Untersuchungen über Druckwirkungen als Abbaufolge im Gangbergbau des Siegerlandes

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte **Dissertation**

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. **Martin Landwehr**
aus Neunkirchen, Kreis Siegen, Westf.

Referent:
o. Prof. Dr.-Ing. **G. Spackeler**

Korreferent:
o. Prof. Dr. phil. **Bederke**

Tag der mündlichen Prüfung: 28. November 1932

Berlin 1933
Wilhelm Ernst & Sohn

Untersuchungen über Druckwirkungen als Abbaufolge im Gangbergbau des Siegerlandes

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte **Dissertation**

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. **Martin Landwehr**
aus Neunkirchen, Kreis Siegen, Westf.

Referent:
o. Prof. Dr.-Ing. **G. Spackeler**

Korreferent:
o. Prof. Dr. phil. **Bederke**

Tag der mündlichen Prüfung: 28. November 1932

Berlin 1933
Wilhelm Ernst & Sohn

*2 d 212

Erscheint auch in der
Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preußischen Staate.
81. Jahrg., 3. Abhandlungsheft. 1933.

Lebenslauf.

Als Sohn des Missionars August Landwehr wurde ich, Theodor Friedrich Martin Landwehr, am 18. Oktober 1901 auf der Insel Sigata an der Westküste von Sumatra geboren, kam nach dem Tode meiner Mutter im Jahre 1905 nach Deutschland, besuchte von Ostern 1907 bis 1910 die Volksschule und von Ostern 1910 bis Ostern 1912 das Gymnasium in Gütersloh in Westfalen. Nach dem Tode meines Vaters kam ich auf das Gymnasium in Barmen, an dem ich Ostern 1921 die Reifeprüfung ablegte.

Die bergmännische Laufbahn begann ich mit der halbjährigen praktischen Ausbildung als Bergbaubeflissener und bezog im Oktober 1921 die Universität in Tübingen zum Studium der naturwissenschaftlichen Fächer. Vom Wintersemester 1922/23 an war ich an der Bergakademie in Clausthal als ordentlicher Studierender immatrikuliert und legte dort die Diplom-Vorprüfung und Ostern 1927 die Diplom-Hauptprüfung ab. Während der Semesterferien erledigte ich die vorgeschriebene bergmännische Praxis. Nach Ablegung der Diplom-Hauptprüfung wurde ich auf der Spateisensteingrube Pfannenberger Einigkeit in Neunkirchen (Kreis Siegen) angestellt.

Die in neuerer Zeit angestellten Untersuchungen über den als Abbaufolge auftretenden Gebirgsdruck führten zu recht beachtlichen Ergebnissen. Man ist heute so weit, daß man die Wirkungen des Gebirgsdruckes teils zur leichteren Gewinnbarkeit der Kohle oder des Erzes ausnützt, teils die schädlichen Folgen des Druckes erfolgreich bekämpfen kann. Für den Gangbergbau des Siegerlandes war das Wesen des Gebirgsdruckes noch gänzlich unerforscht. Erschwerend bei diesen Untersuchungen war, daß Messungen der gebirgsbewegenden Veränderungen auf höheren alten Sohlen nicht gemacht werden konnten. Ferner ließen sich die Bewegungen von ihrem Beginn bis zum Abschluß nur selten vollständig verfolgen. Deshalb wurden entsprechende Erscheinungen in anderen Bergbaubezirken, die eine Klärung gefunden haben, zu Hilfe genommen.

Ungeklärt blieb die Frage der Bodensenkungen. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Gruben sich durchweg außerhalb der Ortschaften befinden und auftretende Bergschäden sich nur in den Haubergen (Waldungen) zeigen, die wiederum so stark von Pingen und Schürflöchern bedeckt sind, daß eine scharfe Trennung neuer Schäden von den durch den früher betriebenen Bergbau bedingten Schäden nur auf Grund genauer wiederholter Nivellements möglich wäre, ein Unternehmen, welches in Anbetracht der Geringfügigkeit der Schäden in keinem Verhältnis zu den aufgewandten Kosten und Arbeiten stehen würde.

Eine Klärung der Gebirgsbewegungen als Abbaufolge wurde auf Grund von Beobachtungen in Gruben der Bergreviere Hellertal, Siegen und Sauerland durchgeführt.

Uebersicht über das die im Siegerlande auftretenden Gebirgsdruckbewegungen behandelnde Schrifttum.

Im Gegensatz zu Bergbaubezirken, wo die Gebirgsschichten die Lagerstätte konkordant überlagern, durchsetzen die Gänge des Siegerlandes das Nebengestein in den verschiedensten Winkeln. Es ist daher erklärlich, daß die als Folge bergmännischen Betriebes sich zeigenden Druckbewegungen sich in mancher Beziehung verschieden von den in anderen Bezirken beobachteten Erscheinungen äußern. Die Eigenart des Gebirges ergibt eine viel längere Dauer der Entwicklung der einzelnen Bewegungen. Selbst in unmittelbarer Umgebung des Ganges zeigen häufig die in Erscheinung tretenden Veränderungen Verschiedenheiten, wenn man berücksichtigt, daß häufig im Hangenden Grauwackeschichten vorherrschen, während im Liegenden der Tonschiefer überwiegt und umgekehrt. Gleichwohl kommt auch im Siegerland für die Gebirgsdruckbewegungen vorwiegend

1. Die Bildung einer Trompeterschen Zone,
2. Das Auftreten des Kämpferdruckes,
3. Die Bewegung in den Hohlraum

in Frage.

Unter dem Begriff Trompetersche Zone versteht man diejenigen Gesteinspartien in der Umgebung der Grubenräume, denen die Möglichkeit einer gewissen Ausdehnung in diese gegeben ist, und die dadurch eine mehr oder weniger vollständige Entspannung erfahren haben. Sie können keinen Druck mehr übertragen und nehmen am Tragen der überlagernden Gebirgsmassen nicht teil. Das entspannte Gestein bildet um den Grubenraum einen Mantel von verschiedener Form und Größe.

Die Last der über der Trompeterschen Zone befindlichen Massen wird gewölbeartig auf das umgebende Gebirge abgelenkt und erzeugt hier nahe der Grenze gegen die Trompetersche Zone einen erheblichen Zusatzdruck, den Kämpferdruck. Das bedingt große Spannungsunterschiede an der Grenze zwischen der entspannten Trompeterschen Zone und dem hochgepreßten Gebiet des Kämpferdruckes.

Wenn Trompeter[1]) für die Entspannungszone eine Kugelform angibt, so trifft das nicht immer zu, vielmehr haben v. Willmann[2]) und Kommerell sich mehr für die Form einer Ellipse bzw. Parabel entschieden. Gillitzer[3]) konnte über den Bauen des Mansfelder Kupferschiefers an deutlichen Ablösungen einzelner Schalen einwandfrei die Form eines flachen Gewölbes nachweisen. Man kann auf Grund von Erfahrungen auch in der Steinkohle, wo die Form der Trompeterschen Zone durch besondere Führung des Abbaues eine verschiedene Ausbildung annimmt, heute allgemein sagen, daß die Form derselben einmal abhängig ist von der Form der Lagerstätte selbst, dem Nebengestein und deren gegenseitiger Stellung zueinander, dann aber auch von der Art des Abbaues und der Abbaugeschwindigkeit.

Der als Folge der Gewölbebildung auftretende Kämpferdruck äußert sich als Zusatzdruck an den Grenzen der Trompeterschen Zonen und hat ebenfalls verschiedene Größe und Richtung, die durch entsprechende Führung des Abbaues zum Teil bestimmt werden können. Gillitzer hat dies für den Mansfelder Kupferschieferbergbau in dem oben angegebenen Aufsatz nachgewiesen und Spackeler[4]) hat für die Steinkohle aus den auftretenden Druckerscheinungen das Bestehen und die Richtung des Kämpferdruckes bei verschiedener Vortriebsgeschwindigkeit und Abbauführung untersucht und festgestellt, daß auch der Kämpferdruck eine be-

[1]) Trompeter: Die Expansivkraft des Gesteins als Hauptursache der Bewegungen des den Bergbau umgebenden Gebirges. (Baedecker, Essen. 1899.)

[2]) v. Willmann: Die Instandsetzung alter Tunnelbauten. 1913. Bergbau S. 2.

[3]) Gillitzer: Das Wesen des Gebirgsdruckes und dessen Ausnutzung beim Abbaubetrieb des Mansfelder Bergbaues. (Glückauf 1928. S. 977 u. 1009.)

[4]) Spackeler: Der Nutzdruck als Abbaufolge. (Glückauf 1929. S. 461 u. 498.) Der Druck auf den Kohlenstoß. (Glückauf 1929. Nr. 51 u. 52.) Druckwirkungen im Liegenden. (Glückauf 1930. Nr. 23 u. 24.) Vom Wesen des Abbaues und des Versatzes. (Glückauf 1927. S. 593.) Die sogenannte Druckwelle. (Glückauf 1928. S. 873 u. 909.)

wegliche Größe ist, die man durch entsprechende Abbauführung teils ausnützen, teils ungefährlich machen kann, wenn die auftretenden Kräfte die Grubensicherheit gefährden.

Der Abbau der Siegerländer Eisenerze.

Als Abbauart steht fast auf allen Siegerländer Gruben der Firsten- bzw. Firstenstoßbau in Anwendung. Der Abbau wird auf den einzelnen Sohlen durchweg auf einer Höhe gehalten. Dies hat den Vorteil, daß nach gleichzeitigem Abbau der Sohle die darüber liegende Sohle nicht mehr instandgehalten zu werden braucht. Dann erleichtert es auch die Auffüllarbeit und das Befahren. Die Stoßhöhe wird normalerweise mit 2 bis 2,5 m genommen. Die Entfernung der Rollen voneinander beträgt 8 bis 10 m, die der Fahrungen 25 bis 30 m. Rollen und Fahrungen werden im Versatz hochgeführt, erstere in Basaltmauerung, letztere mittels Bruchsteinen oder Holz. Ueberhauen zum Absturz von Versatzbergen und wiederstandsfähigen Materialien sowie zur Wetterführung werden etwa alle 20 bis 50 m hochgebrochen.

Die Sohlenabstände betragen im allgemeinen 50 m. Gründe verschiedener Art waren auf einzelnen Gruben Veranlassung, den Abstand auf 40 m zu verringern bzw. auf 60 m, stellenweise sogar auf 100 m zu erhöhen.

Als Förderstrecken dienen auf der jeweiligen Fördersohle die sog. Gangstrecken am Liegenden des Ganges, in denen die Rollen angesetzt sind. Durch Querschläge etwa 30 m voneinander sind diese Gangstrecken mit den Umbruchstrecken verbunden, die durchweg je nach der Beschaffenheit des Nebengesteins 10 bis 30 m vom Gang entfernt im Liegenden aufgefahren werden. Bei kleineren Gruben und kurzer Ganglänge erübrigt sich das Auffahren der Umbruchstrecken. Abweichungen von dieser Art der Abbauführung und Vorrichtung können durch große Gangmächtigkeit, Druckwirkungen, geringe Festigkeit des Nebengesteins oder Ersparnisrücksichten notwendig werden.

Mächtigkeit und Druck ließen auf der Grube Bautenberg bei Unterwilden und Neue Haardt bei Weidenau keinen gleichzeitigen Abbau der Gesamtmächtigkeit des Ganges zu. Man wählte daher den Scheibenbau, d. h. man gewann den Spateisenstein in mehreren Scheiben, indem man am Liegenden beginnend eine Scheibe von 2 bis 4 m Mächtigkeit hereingewann und den entstandenen Hohlraum versetzte (Abb. 1). Auf das Verhalten des Ganges, des Nebengesteins und des Versatzes wird später eingegangen.

Abb. 1.

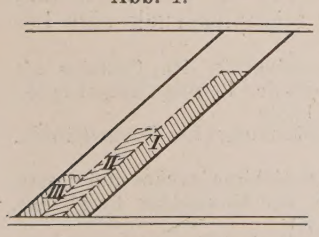
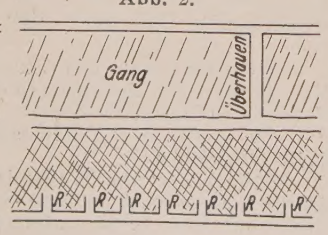


Abb. 2.



Der Vollständigkeit halber sei noch eine Abbauart erwähnt, der man in neuerer Zeit mehr Beachtung schenkt: der Magazinbau. Dieser ist nur bei gutem Nebengestein anwendbar. Nach Ueberfahren des Ganges wird der Ausbau eingebracht und in den normalen Abständen Rollen angesetzt. Die Fahrung geschieht von der nächsthöheren Sohle durch Ueberhauen (Abb. 2). Die Stöße werden nacheinander hereingewonnen und von dem anfallenden Material wird nur soviel gefördert, wie dem Schüttungskoeffizienten entspricht. Der Eisenstein bleibt liegen, bis die Sohle abgebaut ist und wird erst dann restlos gefördert, wenn er vorher als Standfläche und Versatz gedient hat.

Beobachtungen in den Strecken und Abbauen der Gruben des Siegerlandes in bezug auf die gebirgsbewegenden Veränderungen, insbesondere der durch den Abbau bedingten Bewegungen.

Für die nachfolgenden Beobachtungen wurden die bisherigen Forschungen über die Gebirgsdruckbewegungen als Grundlage genommen. Das Verhalten der Grubenhohlräume wurde zeitlich in allen Stadien, soweit dies möglich war, verfolgt. Es wurde so vorgegangen, daß

1. Das Verhalten der Strecken außerhalb des Bereiches der Abbauwirkungen
   A. bei ungestörten Gesteinsverhältnissen
   B. bei gestörten Gesteinsverhältnissen
2. Das Verhalten der Abbaue und die Auswirkungen der Gebirgsbewegungen als Abbaufolge

geprüft und

3. Folgerungen aus den gemachten Beobachtungen gezogen wurden.

Diese Einteilung war nötig, um aus der Verschiedenartigkeit des Verhaltens der Strecken im Bereich der Abbauwirkungen und außerhalb desselben die Größe der Bewegungen als Abbaufolge ermitteln zu können.

Während im Steinkohlenbergbau die Druckbewegungen in ganz kurzer Zeit Wirkungen zeigen, die eine Beurteilung der Bewegungen zulassen, sind sowohl die Schichten des Devons wie auch die Ausfüllung der Gangspalten von einer solchen Festigkeit und die Lagerung der Schichten so verschiedenartig, daß die Gebirgsbewegungen sich nur sehr langsam vollziehen können. Infolgedessen ist es hier nur in Ausnahmefällen möglich, zahlenmäßige Beobachtungsergebnisse zu liefern, die ein gewisses Anrecht auf Vollständigkeit und Genauigkeit, besonders richtige Erkennung der zeitlichen Bewegungsperioden und genaue Messungen haben.

1. Das Verhalten der Strecken außerhalb des Bereiches der Abbauwirkungen.

A. Bei ungestörten Gesteinsverhältnissen.

Da die Gebirgsschichten der einzelnen Gruben verschiedene Eigenschaften in bezug auf ihre Festigkeit und somit auch auf die Gebirgsdruckbewegungen zeigten, wurden für die folgenden Betrachtungen die Gruben in zwei Gruppen zerlegt, von denen die erste die Gruben erfaßt, deren Nebengestein überwiegend mild ist (Tonschiefer), während bei der Gruppe II die festen Schichten vorherrschen (feste Schiefer und Grauwacke).

Gruppe I.

1. Grube Pfannenberger Einigkeit bei Neunkirchen.
2. Grube Bautenberg bei Unterwilden.

3. Grube Eisenzecher Zug-Concordia bei Eiserfeld.
4. Grube Stahlseifen-Heinrichsglück bei Salchendorf.
5. Grube Neue Haardt bei Weidenau.
6. Grube Storch und Schöneberg bei Gosenbach.
7. Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf.

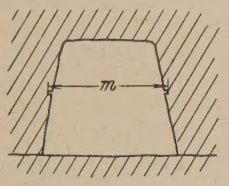
Gruppe II.

1. Grube Große Burg bei Altenseelbach.
2. Grube Freier Grunder Bergwerksverein bei Neunkirchen.
3. Grube Brüderbund-Eisenhardter Tiefbau bei Eisern.

Bei beiden Gruppen hat sich die Beschaffenheit des Nebengesteins einmal in der Struktur der Gangausfüllung, vielfach in der Mächtigkeit und nicht zuletzt in den Druckerscheinungen beim Abbau ausgeprägt.

Es genügte nicht, die Untersuchungen auf die alten abgebauten Sohlen zu beschränken, vielmehr mußte jedes Stadium der bergbaulichen Tätigkeit, beginnend mit der Ausrichtung der Sohle, beobachtet werden. Dies zeigte sich, als auf einzelnen Gruben in den neu aufgefahrenen Strecken Messungen zur Feststellung der Querschnittsveränderung vorgenommen wurden. Zu diesem Zwecke wurden unmittelbar vor Ort in die beiden Streckenstöße Meßpunkte eingebracht und die Entfernung dieser beiden Meßpunkte voneinander gemessen (Abb. 3).

Abb. 3.



Aus der großen Zahl der Messungen seien nur folgende kennzeichnenden Ergebnisse wiedergegeben.

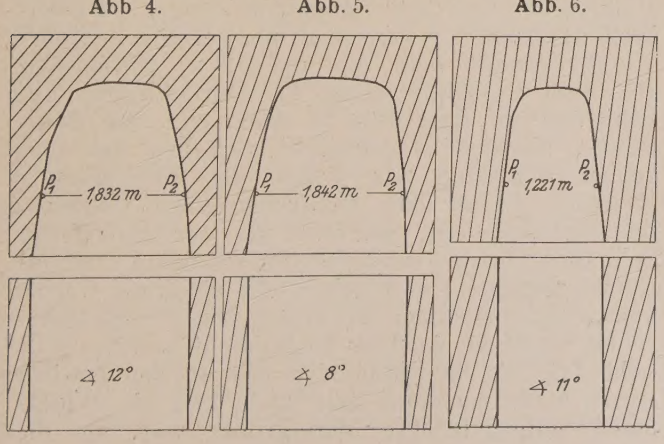
a) Das Verhalten der Strecken bei mildem Nebengestein.

(Tonschiefer.)

Grube Pfannenberger Einigkeit. (900, 800 und 650 m-Sohle.)

Datum:	L. 1	Diff. 1	L. 2	Diff. 2	L. 3	Diff. 3
9. 2. 31	1,832 m	— mm	1,842 m	— mm	1,221 m	— mm
11. 2. 31	1,814 „	18 „	1,814 „	28 „	1,216 „	5 „
13. 2. 31	1 806 „	26 „	1,803 „	39 „	1,213 „	8 „
19. 2. 31	1,805 „	27 „	1,801 „	41 „	1,211 „	10 „
21. 2. 31	1,805 „	27 „	1,800 „	42 „	1,209 „	12 „
23. 2. 31	1,805 „	27 „	1,800 „	42 „	1,209 „	12 „
17. 3. 31	1,804 „	28 „	1,800 „	42 „	1 208 „	13 „
Festigkeit	II.		III.		I.	
Bemerk. .	s. Abb. 4		s. Abb. 5		s. Abb. 6	

Abb 4. Abb. 5. Abb. 6.

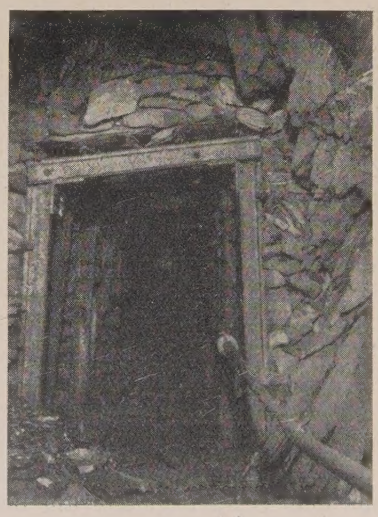


Da sich in allen Fällen eine ziemlich gesetzmäßige Wiederkehr gewisser Vorgänge zeigt, darf man folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Kraft, die auf die Streckenstöße ausgeübt wird, läßt diese auf den Streckenhohlraum zufließen, so daß die Bewegung in den ersten Tagen am größten ist, dann aber ziemlich gleichmäßig abnimmt. Nach 5 bis 10 Tagen gehen sie in einen Ruhezustand über, der zunächst anhält, wie die Messungen, die etwa einen Monat nach den ersten Messungen wiederholt wurden, zeigten. Es ist selbstverständlich, daß eigentlich jede Messung ein anderes Ergebnis bringen muß, da es in der Natur wohl nicht vorkommt, daß man zweimal die genau gleichen Vorbedingungen für eine gleichartige Messung findet. Durch Unterteilung des Tonschiefers in vier Festigkeitsgrade wurde eine größere Annäherung der für jeden Grad gefundenen Werte erzielt. Bei einem gegenseitigen Vergleich der vier Gruppen ergab sich: **a)** Das Hereinwachsen der Streckenstöße in den Streckenhohlraum ist der Festigkeit des Nebengesteins etwa umgekehrt proportional, bei sehr milden Schichten ist ein sehr lebhaftes Wachsen des Gebirges festzustellen und umgekehrt. **b)** Die Dauer der ersten Bewegungsvorgänge steht ebenfalls in Abhängigkeit von dem Material, ist ebenfalls der Festigkeit der Schichten etwa umgekehrt proportional. **c)** Der Beginn der Bewegung ist desto plötzlicher und nimmt einen desto größeren Anfangswert an, je milder die Schichten sind und umgekehrt. **d)** Das Hineinwachsen der Schichten in den Streckenhohlraum ist abhängig von dem Winkel, in dem die Schieferungsflächen die Strecke schneiden: Je kleiner der Winkel ist, desto leichter lassen sich die Schichten in die Strecke drücken. **e)** Das Einfallen der Gebirgsschichten ist ein wesentlicher Faktor für die Größe der Bewegungen: Je steiler die Schichten stehen, desto größer ist unter sonst gleichen Bedingungen die Bewegung und umgekehrt.

Daß mit den angegebenen Bewegungen noch kein Ende derselben erreicht ist, erkennt man daran, daß sich nach einer gewissen Zeit — man rechnet etwa $^1/_2$ bis 1 Jahr — Folgen der Druckwirkungen zeigen: ein eventuell eingebrachter Grubenausbau wird zerstört. Es war nicht möglich, die Wirkung dieses Druckes durch wiederholte Messungen zu bestimmen, vielmehr handelt es sich um einen ganz langsam wirkenden Druck. Diese zweite Druckperiode dauert etwa bis Ablauf eines Jahres nach Herstellung des Hohlraumes.

Abb. 7.



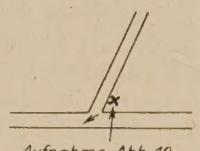
Der Verwaltung der Gewerkschaft Eisenzecher Zug muß das Verdienst zugesprochen werden, diese zweite Periode der Druckwirkungen erkannt und erfolgreich bekämpft zu haben. Während man dort ursprünglich in Strecken mit milden

Gebirgsschichten sofort eisernen Ausbau einbrachte, der nach kurzer Zeit, d. h. nach rund einem Jahr verbogen und verkantet war, wie Abb. 7 zeigt, stellt man heute zunächst billigen Holzausbau, läßt den Druck sich auswirken und bringt, wenn die Türstöcke nach etwa einem Jahr zerstört sind, den endgültigen eisernen Ausbau ein. Entsprechend liegen die Verhältnisse auf der Grube Storch und Schöneberg bei Gosenbach. Der Ausbau der Strecke hält nun, solange die Strecke benötigt wird, d. h. etwa 15 bis 20 Jahre.

Man darf nicht annehmen, daß vor dem Einbringen des eisernen Streckenausbaues die Druckbewegungen ihr Ende erreicht haben. Beobachtet man eine alte Strecke, so sieht man, wie es auf der Grube Pfannenberger Einigkeit, Eisenzecher Zug, Storch und Schöneberg, Bautenberg, Stahlseifen-Heinrichsglück usw. an vielen Beispielen der Fall ist, bei allen Strecken, die zu dieser Gruppe gehören, daß sie einer Veränderung unterworfen gewesen sind: Die Schichten, die sich vorher als Ganzes in den Streckenhohlraum hineinbewegt hatten, zeigen infolge zu starker Durchbiegung in

Abb. 8.

Abb. 9.



Aufnahme Abb. 10

Abb. 10.

verschiedener Höhe über der Sohle Brüche. Um aus der großen Zahl der Beispiele nur einige zu nennen: Auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 650 m-Sohle die Hauptstrecke zum Gangstück Spülbütte, desgleichen die Richtstrecke zum Gangstück Spatmittel, hangendes Trumm, auf der Grube Bautenberg bei Unterwilden auf der 870 m-Sohle im Querschlag zum Gang. Das letzte Beispiel ist in Abb. 8 in der Aufnahme festgehalten. Die Verhältnisse liegen auf dieser Grube so, daß alle Druckwirkungen sich in erheblich kürzerer Zeit beobachten lassen. Infolgedessen finden sich gerade hier besonders viele Beispiele dieser Art.

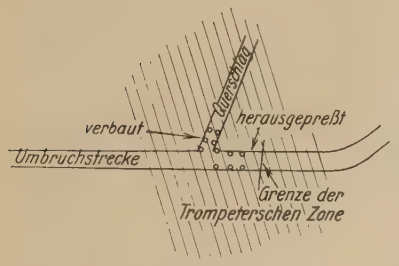
Diese dritte Periode reiht sich unmittelbar an die zweite an, doch ist die Entspannungszone um die Strecke bereits so groß geworden, daß die Druckübertragungen sich nur sehr langsam äußern, da der gesamte entspannte Körper vorwärts geschoben werden muß und die Entspannung des Gebirges nach Ablauf der beiden ersten Perioden, also nach etwa einem Jahr, auszuklingen beginnt.

Man erkennt das Herauspressen der Schichten aus dem Gesteinsgefüge am besten an den Stellen, wo eine zweite Strecke ziemlich rechtwinklig von der Hauptstrecke abzweigt, wie Abb. 9 zeigt. Der Keil x ist der am stärksten beanspruchte Teil der Strecke, wie die Abb. 10 zeigt. Der Gebirgskeil wandert an den Stellen in den Streckenhohlraum hinein. Der gesamte Schichtenkomplex hat sich zur Strecke hin durchgebogen und ist gebrochen. Die Durchbiegung der Schichten verläuft nicht gleichmäßig, sondern läßt sich vergleichen mit einem an beiden Enden eingespannten und gleichmäßig belasteten Stab. Die Belastung entspricht dem Druck des Gebirges auf die Seitenstöße. Als Einspannpunkte sind die Stellen anzusehen, wo die freiliegende Schicht von davorliegenden, aber fortgeräumten Schichten begrenzt wird. Zu diesen Biegungsbeanspruchungen treten noch Knickungsbeanspruchungen, die zusammen die aus Abb. 10 ersichtlichen Wirkungen zeigen.

Auf der Grube Pfannenberger Einigkeit kann man auf der 500, 550, 600 und 650 m-Sohle in den Verbindungsquerschlägen von der Umbruchstrecke zum Gangstück Junger Pfannenberg bis zu 10 m, stellenweise aber auch nur auf 6 m erkennen, wie sich die Schichten zur Umbruchstrecke hin durchgebogen haben. Die Schichten bestehen hier auch aus Tonschiefer, aber die Festigkeit derselben ist größer, als bei den Querschlägen zum Gangstück Spülbütte auf den gleichen Sohlen. Die Schichten haben sich von dem Hauptschichtenverband gelöst und zur Umbruchstrecke, die die Ausmaße $2{,}_{00} \times 2{,}_{20}$ m hat, durchgebogen. Mit der Festigkeit der Schichten hängt es zusammen, daß die Beobachtungen in den Strecken zum Gangstück Spülbütte keine derart offensichtlichen Schlüsse zulassen. Gleichwohl erkennt man nur deutlich an den Streckenstößen das Hereinquellen der Schichten. Im übrigen bilden die Schichten einen geschlossenen Verband, der sich aus der Tatsache erklären läßt, daß diese Schichten infolge ihrer Milde mehr dazu neigen, sich in ihre Einzelteilchen aufzulösen. Die entstehenden Hohlräume zwischen den Schichten werden durch das Wandern der Einzelteilchen wieder ausgefüllt. Bei genauer Beobachtung ließ sich aber trotzdem bei den ganz milden Schieferpartien eine Begrenzung der Trompeterschen Zone feststellen. Das deutlichste Beispiel hierfür wurde auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 650 m-Sohle 20 m von der nördlichsten Stelle der Umbruchstrecke zum Gangstück Junger Pfannenberg beobachtet. Von dem abzweigenden Querschlag konnte man bis auf 12 m Entfernung von dem Hauptquerschlag die Durchbiegung der Schichten auf denselben zu erkennen. Die Hohlräume, die sich ursprünglich zwischen den einzelnen Schichten als Folge der Entspannung bildeten, waren mit nachwachsenden Gesteinsteilchen ausgefüllt, während die durchgebogenen Schichten in größerer Entfernung schmale Zwischenräume zeigten. Das Wachsen des Gebirges war so stark, daß, nachdem die ersten Meter vom Querschlag entfernt Ausbau eingebracht worden war (Abb. 11), die Schichten sich fest an den Ausbau legten und, nachdem sich ihnen hier ein Widerstand entgegenstellte, der größer war, als die

Kraft, die das Wandern der Schichtenteile verursachte, infolge des wirksamen Kämpferdruckes in ihrer Streichrichtung in die Umbruchstrecke hineinwanderten. Die Größe dieser Bewegung innerhalb eines halben Jahres, vom 5. August 1931 bis 18. Februar 1932, betrug 0,24 m. Die Wasserseige ist an der Stelle verschwunden und die Förderwagen berühren bei dem Vorbeifahren die hereingewachsenen Streckenstöße. Erklärlich werden diese Tatsachen dadurch, daß an den Grenzen der Trompeterschen Zone durch den Kämpferdruck eine erheblich größere Kraft zur Entfaltung kommt.

Abb. 11.



Durch den Kämpferdruck werden die an die Trompetersche Zone angrenzenden Schichten gelöst und gegen die Schichten der Entspannungszone gepreßt, die nur noch unter Eigengewichtsspannungen steht. Infolge der stetigen Vergrößerung der Trompeterschen Zone wandert der Kämpferdruck weiter in das Innere des Gebirgskernes, bis die Zone groß genug ist, um Widerstand auszuüben. Um eine genaue Abgrenzung der Trompeterschen Zone um den Streckenhohlraum bestimmen zu können, wäre es wertvoll gewesen, wenn an die Umbruchstrecke nach deren Entspannung ein Querschlag angesetzt worden wäre. Ein derartiger Fall ließ sich aber auf keiner Grube finden, da die Ausrichtung einer Sohle im Siegerland so betrieben wird, daß schon beim Auffahren der Umbruchstrecken die Querschläge angesetzt und zum Gange getrieben werden, um möglichst viele Angriffspunkte zu haben. Deshalb können nur die in den Strecken gefundenen Abgrenzungen als Masse genommen werden.

Während in den Bergbaubezirken, wo die Schichten die Lagerstätte konkordant überlagern, sich die Gebirgsbewegungen vor allem in Firste und Sohle zeigen, wobei allerdings infolge der Absenkung des Hangenden gerade die Stöße besonders gefährdet werden, sind die Erscheinungen beim Gangbergbau infolge der Schichtung gerade in Firste und Sohle nur wenig ausgeprägt. Trotzdem finden sich auch hier Beispiele von Bewegungen, die sich allerdings nur in der Firste zeigten. Man kann in der Streckenfirste Veränderungen verschiedener Art nachweisen. Häufig sind an einer Schichtenbank die Schichten um Beträge, die zwischen 5 und 25 cm schwanken, allmählich und ohne scheinbaren Bruch abgesunken. Sehr schön zeigte sich diese Erscheinung auf der Grube Eisenzecher Zug, wo man an dem in Abb. 12 festgehaltenen Bohrloch die Größe der Verschiebung um 0,25 m ersehen kann. Die Stelle befindet sich auf der 350 m-Sohle im Füllort bei Blindschacht II.

Der Beton- und Ziegelsteinpfeiler wurde erst nach der Absenkung gestellt, um ein weiteres Absinken zu verhüten. Derselbe zeigt aber bereits nach zwei Jahren Risse, die anzeigen, daß die Bewegung noch nicht abgeschlossen ist.

Vielfach war, so auf der Grube Stahlseifen-Heinrichsglück auf der 410 m-Sohle im 3. Querschlag von der östlichen Umbruchstrecke die Bildung eines natürlichen Gewölbes festzustellen (Abb. 13). Während der Vordergrund bereits ein fertig ausgebildetes Gewölbe zeigt, hängt im Hintergrund noch eine Last los, die ohne Zuhilfenahme von

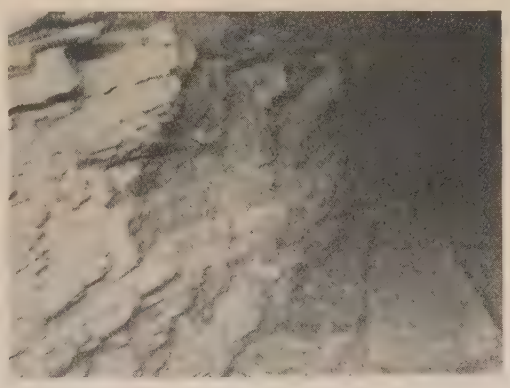
Abb. 12.

Abb. 13.

Gezähe beseitigt werden konnte und auch dort nach ihrer Entfernung in der Streckenfirste eine Gewölbeform zeigte.

Diese Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß beide Arten der Bewegungen Spannungsäußerungen sind, die durch das Streichen und das Einfallen der Schichten bedingt sind. Im ersteren Falle (Abb. 12) verliefen auf eine größere Entfernung, die zwischen 20 und 30 m schwankte, die Schichten mit der Strecke parallel und konnten in der Firste, wo sie keine Unterlage hatten, absinken, während der aufliegende Teil seinen Druck auf die Schichten

Abb. 14.

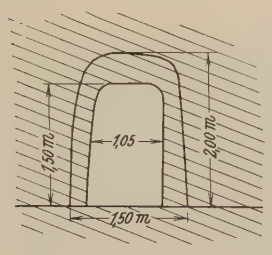


des Seitenstoßes übertrug. Im zweiten Fall (Abb. 13) hat das Zusammentreffen der Horizontal- und Vertikalkräfte zu einem Verbruch der Firstschichten geführt, die so lange ausbrechen, bis eine geschlossene, widerstandsfähige Form entstanden ist,

wie dies bei einem ellipsen- bzw. parabelförmigen Körper der Fall ist.

Um die um den Streckenhohlraum auftretenden gebirgsbewegenden Kräfte an Beispielen in ihrer Gesamtheit festzustellen, wurden die ältesten Grubenbaue befahren. Es war leider nicht möglich, zu einem exakten Ergebnis zu kommen, da meist schon ziemlich nahe um den Schacht herum Brüche in den Strecken ein weiteres Vordringen verhinderten. Nur auf der Grube Bautenberg konnte auf der 680 m-Sohle im Querschlag zum Gang das in Abb. 14 widergegebene Bild gefunden werden. Die Schichten zeigten hier mit 45° ein wesentlich flacheres Einfallen als auf den anderen Gruben, doch sind die Entspannungserscheinungen ganz entsprechend denen, die auf anderen Gruben festgestellt wurden. Nach den Angaben der Betriebsleitung hatten sich innerhalb von vier Jahren die Gebirgsschichten teilweise bis zu 22 cm gegeneinander verschoben, der Streckenquerschnitt hatte sich in der gleichen Zeit von $2 \times 1{,}5$ m auf $1{,}6 \times 1.05$ m verengt (Abb. 15). Auf eine Darstellung der Bewegung der Sohle muß verzichtet werden, da sie sich nicht genau ermitteln ließ. Es ist daher nur der jetzige Querschnitt im Vergleich mit dem ursprünglichen wiedergegeben worden. — Entsprechend findet sich auf der 445 m-Sohle im Querschlag zum Westgang eine Querschnittsverengung. Dort hatte sich im Laufe

Abb. 15.

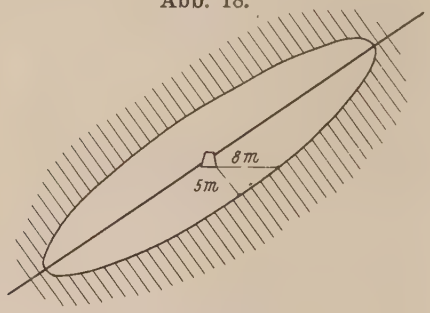


Zusammenfassend ergibt sich: Um den Streckenhohlraum bildet sich ein Mantel entspannten Gebirges. Für diese Entspannung wurden drei Perioden festgestellt, von denen die erste unmittelbar nach Herstellung der Streckenöffnung beginnt und nach etwa 14 Tagen ihr Ende erreicht. Die zweite Periode schließt sich daran an und endet nach etwa einem Jahr. Die dritte Periode nimmt den größten Teil der Zeit für sich in Anspruch, nämlich rund 15 Jahre, zeigt aber keine plötzlichen Bewegungen mehr, da alle Spannungsäußerungen hinter der Trompeterschen Zone durch den inzwischen hinreichend starken Mantel entspannten Gesteins in einem langsamen Vorwärtsschieben des entspannten Gebirgskörpers ihren Ausdruck finden. Da die Zeitpunkte der Bewegung verschieden sind, muß bei Eintreten einer Bewegung bei einem entfernteren Punkte 2 die Entspannung bei einem näher dem Streckenhohlraum liegenden Punkte 1 bereits weiter fortgeschritten sein. Der Bruch der Schichten bzw. die Stelle der stärksten Durchbiegung liegt je nach dem Einfallen der Schichten in verschiedenen Höhen über der Sohle (Abb. 16 u. 17), und zwar bei senkrechtem Einfallen an beiden Streckenstößen in halber Streckenhöhe, bei zunehmender Neigung dagegen an dem einen Streckenstoß mehr nach der Firste, am anderen mehr nach der Sohle zu. Die Verbindungslinie der Bruchstellen auf den beiden Stößen bildet die Achse der Trompeterschen Zone, für die sich die Form einer Ellipse ergibt (Abb. 18). Sie steht angenähert senkrecht zu den Schichten. Ausschlaggebend für die Ausdehnung und Richtung der Trompeterschen Zone ist der Winkel, mit dem die Schichten ein-

Abb. 16.

Abb. 17.

Abb. 18.



fallen und in dem dieselben die Strecke schneiden. Nach den gemachten Beobachtungen, die keine allseitige Bestimmung der Begrenzung der Trompeterschen Zone gestatten, wurde die in Abb. 18 wiedergegebene Form als die wahrscheinlichste angenommen. Die Annahme einer ellipsen- oder parabelförmigen Ausbildung mit kürzerer Längs- und größerer Querachse ließe sich nach den Beobachtungen auch rechtfertigen. In den Strecken äußert sich die Wirkung durch ein besonders starkes Durchbiegen der Gebirgsschichten, das schließlich zum Brechen führt.

von 12 Jahren auf eine Erstreckung von 15 m der Streckenquerschnitt von $2{,}00 \times 1{,}5$ m auf $1{,}16 \times 0{,}90$ m zusammengedrückt. Hier liegt die Begründung ganz offensichtlich darin, daß gerade diese Partie milder Schiefer von festen Schichten umgeben ist. Die Entfernung vom Gang beträgt etwa 30 m.

Bisher wurden die Veränderungen in den Strecken besprochen, die so weit von der Lagerstätte entfernt liegen, daß Abbauwirkungen nicht möglich sind. Die Veränderungen in den Gangstrecken sollen dagegen erst bei Behandlung der Gangverhältnisse untersucht werden.

b) Das Verhalten der Strecken bei festem Nebengestein.

(Rauhflaserschichten, Grauwacke.)

Die Beobachtung der festeren Gebirgsschichten (Rauhflaserschichten und Grauwackebänke) gab Er-

gebnisse, die sich in einigen Punkten von den bisher angeführten Fällen unterscheiden. Auch hier wurde ganz entsprechend den oben gemachten Angaben vorgegangen.

Die Messungen, die in den ersten Tagen nach Auffahren der Strecken gemacht wurden, hatten folgende Ergebnisse:

Grube Bautenberg. (820 m-Sohle.)

Datum:	L. 1	D. 1	L. 2	D. 2
13. 1. 31	1,094 m	— mm	1,076 m	— mm
15. 1. 31	1,094 „	— „	1,076 „	— „
17. 1. 31	1,093 „	1 „	1,075 „	1 „
19. 1. 31	1,092 „	2 „	1,075 „	1 „
19. 2. 31	1,092 „	2 „	1,075 „	1 „
Bemerkung.:	s. Abb. 19		s. Abb. 20	

Diese Zahlen zeigen im Vergleich mit den in Tabelle I wiedergegebenen Werten für mildes Gebirge einige Unterschiede. Bei festem Nebengestein zeigt sich zunächst keine Veränderung. Bei einzelnen Messungen bleiben die Werte während der Versuchszeit konstant. An Stellen, wo eine Bewegung nachgewiesen werden konnte, tritt diese erst nach verschiedenen Tagen hervor und hat einen nur ganz geringen Wert. Dieser steigt ganz langsam, hat aber nach Verlauf eines Monats den Betrag von 2 mm an keiner Stelle überschritten.

Abb. 19.

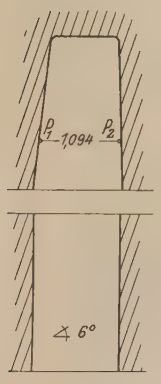
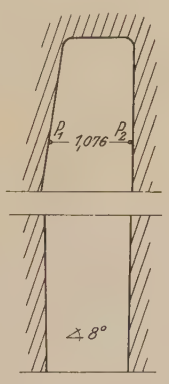


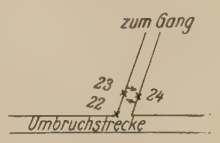
Abb. 20.



Man kann hieraus schließen, daß die Bewegung der festen devonischen Gebirgsschichten in den Streckenhohlraum nur ganz langsam vor sich geht. Sie wird die Gleichmäßigkeit, die sich aus den Zahlenwerten ergibt, ziemlich beibehalten und die in den Schichten aufgespeicherte Kraft zu einem Hineinpressen der Schichten benötigen.

Die Folgen der Gebirgsbewegung waren in Strecken, die einige Jahre alt sind, zu erkennen. Die Abb. 22 bis 24 zeigen Grauwackebänke auf der Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf auf der 544 m-Sohle, einer inzwischen abgebauten Sohle, die 22 Jahre alt ist. Die Aufnahme 22 wurde am Eckpunkt Umbruchstrecke-Querschlag 6 gemacht. Sie zeigt die stärksten Bruchwirkungen. 2 m weiter in Richtung auf den Gang wurden die Abb. 23 u. 24 aufgenommen. In Abb. 21 sind die Aufnahmepunkte mit den entsprechenden Nummern bezeichnet. Die dazu gezeichneten Pfeile geben die Richtung an, in der die Aufnahme gemacht wurde. Aus Abb. 24 ist die Bruchwirkung einer Grauwackebank sehr schön zu sehen. Alle drei Aufnahmen sollen zeigen, daß schon bei einer geringen Beanspruchung der festen Schichten ein Bruch derselben eintritt. Weiter lassen die Abbildungen erkennen, daß von einer Ausfüllung der Risse, also einem Wandern der Gesteinsteilchen, keine Rede sein kann. Man erkennt vielmehr, daß mit dem Bruch der Schichten ein Loslösen von dem umliegenden Gebirge verbunden gewesen ist. Abgesehen von der hier fehlenden Ausfüllung der Rißöffnungen zeigen sich die gleichen Erscheinungen wie bei den in mildem Nebengestein aufgefahrenen Strecken. Sie benötigen allerdings ein mehrfaches an Zeit zu ihrem Abschluß, so daß die Entwicklung der einzelnen Perioden erheblich langsamer vor sich geht. Man wird daher wohl nicht fehlgehen, wenn man auch bei dem Vorhandensein sehr widerstandsfähiger Gebirgsschichten die Form der Trompeterschen Zone annimmt, die sich bei den milden Schieferschichten konstruieren ließ. Die Ausdehnung derselben wird aber vermutlich geringer sein.

Abb. 21.



Da die Grauwackeschichten oft in Wechsellagerung mit Tonschieferschichten vorkommen, wurden die Begrenzungsstellen näher untersucht. Es zeigte sich stets, häufig aber erst, wenn die Strecke nicht mehr benutzt wird, daß an diesen Stellen die milden Schichten von den festen, ähnlich wie Letten aus dem Gesteinsgefüge herausgepreßt waren (Abb. 25). An solchen Stellen ließ sich auch ein Quellen der Streckensohle feststellen, ohne daß eine Störung die Ursache war (Grube Stahlseifen-Heinrichsglück auf der 310 m-Sohle in der Umbruchstrecke zum Westgang). Hier wechsellagern feste Rauhflaserschichten mit Tonschiefer. Die gleiche Erscheinung wurde auch auf der Grube Concordia bei Dermbach an verschiedenen Stellen und auf der Grube Neue Haardt auf der 520 m-Sohle beobachtet. Zur Erklärung dieser Erscheinung muß

Abb. 25.

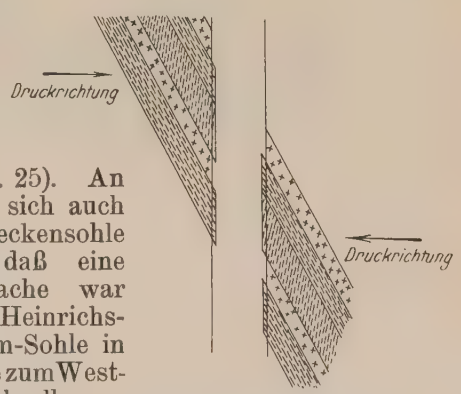


Abb. 22.

Abb. 23.

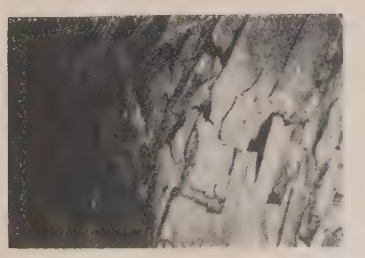
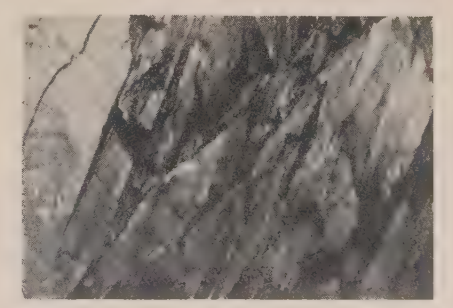


Abb. 24.



man berücksichtigen, daß auf beide Schichtengruppen, sowohl die Schiefer- wie die Grauwackeschichten ein gleich großer Druck wirkt, daß aber das Verhalten dem Gebirgsdruck gegenüber verschieden ist. Die Schieferschichten versuchen in den Streckenhohlraum hineinzuwandern, während die starren Grauwackeschichten nur zum geringen Teil einer Formänderung unterworfen sind und infolgedessen den größten Teil der Kraft auf die milden Schichten übertragen, die dabei zermahlen werden.

B. Das Verhalten der Strecken bei gestörten Gesteinsverhältnissen.

a) Gebirgsbewegung als Folge des Druckes.

Die bisher geschilderten Feststellungen für ungestörte Nebengesteinsverhältnisse wurden durch Untersuchungen der Strecken an Stellen, wo geologische Störungen durchsetzen, ergänzt. Es ist begreiflich, daß hier das vorliegende Material nicht so reichlich ist. Trotzdem genügten die Beobachtungen, um allgemeine Schlüsse zuzulassen.

Auf der Grube Pfannenberger Einigkeit trennt eine bis zu 3 m mächtige Kluftpartie das Gangstück Spülbütte von den nördlich davon gelegenen Gangstücken. An der Stelle, wo diese Störung die Umbruchstrecke zum Gangstück Junger Pfannenberg schneidet, erkennt man von der 250 m-Sohle abwärts bis zur 450 m-Sohle ein Quellen der Streckensohle bis zu 15 cm und ein Herauswachsen der Schichten aus den Seitenstößen und der Firste. Um diese Bewegungen wenigstens zum Teil zu dämmen, ist diese Störungszone auf allen Sohlen bis zur 750 m-Sohle abwärts in Ausbau gestellt worden.

Abb. 26.

Auf der 400 m-Sohle durchsetzt eine Kluft den Umtrieb um den Bismarckschacht. Da diese Stelle nur noch sehr selten befahren wird, ließen sich die Folgen des Gebirgsdruckes erkennen. Auf der Streckensohle lag ungefähr $^1/_2$ m³ Berge, trotzdem kein Hohlraum in den Seitenstößen oder der Firste festzustellen war. Die Berge, die ganz fein zermahlen waren, können nach der Lage derselben nur aus dem Schichtenverband herausgepreßt worden sein. Die Schichten schneiden die Strecke in einem Winkel von etwa 70°. Das Gestein ist durchweg sehr mild.

In der Umbruchstrecke zum Gangstück Spatmittel, hangendes Trumm, setzt auf der 650 m-Sohle eine Störung durch. Diese Partie mußte wegen des Quellens der Gebirgsteile in Firste, Sohle und den Seitenstößen in Holzausbau gestellt werden. Beim Auswechseln einzelner Türstöcke zeigte sich das in Abb. 26 wiedergegebene Bild. Einzelne gröbere Bergestücke hatten sich aus der Firste gelöst und auf den Ausbau gesetzt. Der gesamte übrige Hohlraum war im Laufe der drei Jahre, die die Türstöcke gestanden hatten, „zugewachsen“. Die Hohlräume zwischen den Deckpfählen waren restlos verstopft. Die Berge sind hier vorwiegend aus der Firste nachgerückt, wie die Begrenzungsformen erkennen lassen.

Ganz ähnlich zeigt die Abb. 27 das kuppelförmige Ausbrechen der Berge aus der Störung und das Nachwandern der feinen Bergeteilchen in die Hohlräume auf der 600 m-Sohle aus der Störung, die die Umbruchstrecke zum Gangstück Junger Pfannenberg schneidet. Der Schnittwinkel beträgt auch hier etwa 70°. Das Nebengestein besteht in beiden Fällen aus mittelfesten Schiefern.

Die wiedergegebenen Beobachtungen der Gebirgsbewegungen als Folge des Druckes bei gestörten Gesteinsverhältnissen lassen folgende Schlüsse zu:

1. Wenn man beim Zusammentreffen milder Schichten mit festen in ungestörtem Gebirge bereits ein Zerdrücken der milderen Schichten erkennen konnte, so werden auf Störungen die der Störung benachbarten Schichten durch die umliegenden Schichtenpartien ebenfalls stärker zerdrückt. Der Auflagerungsdruck wird auf diese Schichten konzentriert und führt zu einer Zerstörung derselben. Die Trompetersche Zone bekommt hier eine größere Ausdehnung und entwickelt sich schneller als bei ungestörtem Gestein.

Abb. 27.

2. Die Auswirkungen der Gebirgsbewegungen treten in den von geologischen Störungen beeinflußten Gebieten stärker als in ungestörten Zonen hervor. Da die Störungszonen stets zermahlenes Gestein führen, kann man sie als Schichtengruppen ganz milder Gebirgsschichten auffassen, die in verstärktem Maße die oben gezeigten Erscheinungen bei Zusammentreffen milder Schichten mit festen Schichten hervorrufen müssen.

b) Gebirgsbewegung infolge Senkung in den Hohlraum.

Auf der 400 m-Sohle der Grube Pfannenberger Einigkeit schneidet eine Störung die Umbruchstrecke zum Gangstück Spülbütte (Abb. 28). Die Umbruchstrecke liegt an der betreffenden Stelle 22 m vom Gang entfernt. Der dem Gang zugewandte Schichten-

komplex ist in der Firste um 25 cm abgesunken. Der Betrag der Absenkung der Streckensohle ließ sich nicht genau ermitteln, da infolge der Benutzung der Strecke entstandene Unebenheiten ausgeglichen wurden. Sicherlich spricht hier der Abbau und die Bildung einer Entspannungszone um den Abbauraum eine Rolle; denn nur hierdurch war den Schichten die Möglichkeit gegeben, nachzusinken.

Abb. 28.

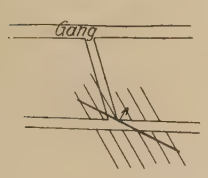
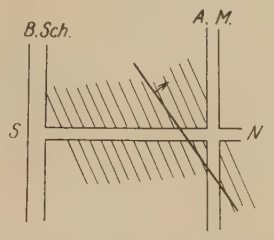


Abb. 29.



Anders lagen die Verhältnisse auf der 400 m-Sohle im Bereich der Schichten, die zwischen dem Bismarckschacht und dem Alten Maschinenschacht liegen. Die beiden Schächte liegen etwa 100 m voneinander entfernt (Abb. 29). Die Durchbiegung der Schichten der Verbindungsstrecke läßt bis zu 30 m südlich des Alten Maschinenschachtes eine Entspannung um denselben herum erkennen, während die Trompetersche Zone des Bismarckschachtes etwa 50 m weit nach Norden reicht. 25 m nördlich des Alten Maschinenschachtes setzt eine Störung durch die Strecke. Die nördlich der Störung liegenden Schichten bewegten sich muldenförmig auf den Alten Maschinenschacht zu um einen Betrag, der zwischen $0{,}_{20}$ und $0{,}_{60}$ m schwankt. Die entstandene Mulde wird durch eine Störung begrenzt. Die Tatsache, daß der Alte Maschinenschacht zusammengestürzt ist, wird bei der Absenkung der Schichten von ausschlaggebender Bedeutung gewesen sein.

Da die übrigen Beispiele gleicher Art in nahen Zusammenhang mit den Abbaufolgen gebracht werden müssen, seien die Beobachtungen weiter unten gesondert behandelt. Die beiden aufgeführten Beispiele mögen folgende Deutung rechtfertigen: Während man bei Gebirgsbewegung als Folge von Druck auch in gestörten Zonen die Ausbildung einer Entspannungszone erkennt, werden die Senkungsvorgänge durch das Vorhandensein einer Entspannungszone begünstigt und durch die Störung begrenzt. In dem Beispiel Abb. 28 reicht die Trompetersche Zone bis zur Umbruchstrecke und darüber hinaus. Im zweiten Fall vollziehen sich die Bewegungen im entspannten Gebirgskörper, der sich um die beiden Schächte gebildet hat. Wenn die Senkungsbewegungen an den Störungen ihre Grenze finden, so führt das zu dem Schluß, daß an geologischen Störungen einmal Zugspannungen, dann aber auch die Bewegung ihr Ende erreichen. In dem abgesunkenen Teil bildet sich eine Mulde aus, genau wie es in ungestörten Zonen der Fall ist, nur ist das Nachrücken der Schichtenteilchen, das auf die Zugspannungen zurückzuführen ist, je nach der Entfernung, in der die Störung die Schichten durchsetzt, begrenzt und führt zu einer ungleichmäßigen Ausbildung der Senkungsmulde.

Zusammenfassend ergibt sich als Gesamtbild der Gebirgsbewegungen um den Streckenhohlraum:

1. Sowohl bei ungestörten, wie bei gestörten Nebengesteinschichten findet eine Entspannung der Schichten statt. Die Wirkungen sind um so offensichtlicher, je mildere Schichten das Gebirge führt.

2. In ungestörtem Gebirge läßt sich bei Tonschieferschichten aus dem Bruch der Schichten und dem Wandern der Schichten auf den Streckenhohlraum zu die Form der Trompeterschen Zone bestimmen. Sie hat die Form einer Ellipse mit senkrecht zu den Schichten stehender Längsachse. Entsprechend ist bei festen Schichten die Form der Trompeterschen Zone, nur hat sie hier eine geringere Ausdehnung.

3. An der Grenze zwischen entspanntem und nicht entspanntem Gebirge stellt sich der Kämpferdruck ein, der die Ausbildung der Trompeterschen Zone mit beeinflußt.

4. Die Zeit, die zur Ausbildung der Trompeterschen Zone bis zu ihrem Abschluß erforderlich ist, ist von der Festigkeit der Schichten abhängig.

2. Das Verhalten der Abbaue.

A. Bei steiler Lagerung und ungestörten Gang- und Nebengesteinsverhältnissen.

a) Beobachtungen im Gang.

Aehnlich wie in den Strecken wurden auch in den Abbauen vereinzelt Messungen vorgenommen, um zu prüfen, ob auch hier ein sofortiges Nachrücken der Schichten des Nebengesteins in die Abbauhohlräume erfolgt. Diese Messungen wurden allerdings auf Gänge von mittlerer Mächtigkeit beschränkt, d. h. von 2 bis 4 m Breite. Nur zwei Ergebnisse seien hier wiedergegeben.

Abb. 30.

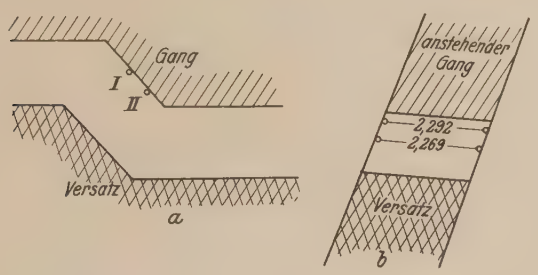
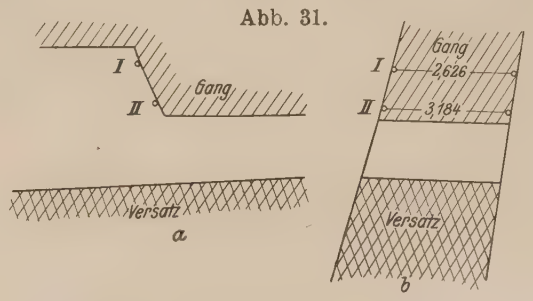


Abb. 31.



1. Grube Pfannenberger Einigkeit.
650 m-Sohle. Gangstück Spülbütte. Abbau I.

Datum:	L. 1.	D. 1.	L. 2.	D. 2.
10. 2. 32	2,292 m	— mm	2,269 m	— mm
12. 2. 32	2,288 „	4 „	2,266 „	3 „
15. 2. 32	2,277 „	15 „	2,252 „	17 „
16. 2. 32	2,267 „	25 „	2,246 „	23 „
18. 2. 32	2,257 „	35 „	2,234 „	35 „
23. 2. 32	2,257 „	35 „	2,232 „	37 „

Nebengestein: Tonschiefer. Einfallen des Ganges: 72°. Mächtigkeit: 2,05 m Schnittwinkel zwischen Gang- und Nebengesteinsschichten: 16°. Einfallen des Nebengesteins: 74°. (Vgl. Abb. 30.)

2. Grube Pfannenberger Einigkeit.
Gangstück Junger Pfannenberg. Abbau VI.

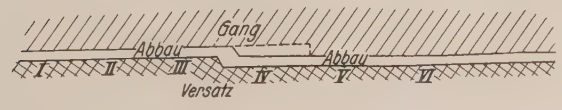
Datum:	L. 1.	D. 1.	L. 2.	D. 2.
11. 2. 32	2,626 m	— mm	3,184 m	— mm
13. 2. 32	2,613 „	13 „	3,176 „	8 „
15. 2. 32	2,595 „	31 „	3,164 „	20 „
17. 2. 32	2,510 „	116 „	3,131 „	53 „
18. 2. 32	2,510 „	116 „	3,127 „	57 „
19. 2. 32	2,510 „	116 „[1])	2,831 „	353 „[2])

Zerklüftetes Nebengestein. Tonschiefer. Einfallen des Ganges: 83°. Mächtigkeit des Ganges: 2,1 m. Schnittwinkel zwischen Gang und Nebengestein: 6°. Einfallen des Nebengesteins 80°. (Vgl. Abb. 31.)

Die angeführten und die übrigen ermittelten Ergebnisse sind wieder recht verschiedener Art. Gemeinsam ist allen, daß sie nach einigen Tagen ein starkes Hereinwachsen der Schichten in den Abbauhohlraum zeigen, nachdem in den ersten Tagen keine oder nur eine geringe Veränderung wahrzunehmen war. Nach 5 bis 8 Tagen ist der Hauptdruck vorbei und nur ein langsames Nachschieben der Schichten ist noch festzustellen. Leider konnte bei den Messungen nicht ermittelt werden, ob die Bewegung nur vom Hangenden herrührte, oder ob sich beide Stöße gleichmäßig in den Hohlraum hineingedrückt haben. In jedem Fall wird die Senkung des Hangenden den größeren Betrag ausmachen, da bei längerem Freistehen der Hangendschichten hier Brüche entstehen. Eine Kontrolle der Messungen nach einem Monat wird sich nur sehr selten machen lassen, da der entstandene Hohlraum meist sehr schnell verfüllt wird.

Wenn bei der Beschreibung der Abbaumethoden von den Vorteilen gesprochen wurde, die sich zeigen, wenn man auf den einzelnen Sohlen die Abbaue auf einer Höhe hält, so bringen es Verhältnisse besonderer Art häufig mit sich, daß ein Stoß hinter dem anderen zurückbleibt. Andererseits kann eine Arbeitskolonne ihren Stoß hereingewonnen haben, während die übrigen Stöße noch zurückgeblieben sind. Beispiele ersterer Art findet man auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 600 m-Sohle im Gangstück Spülbütte, Abbau IV bis VI (Abb. 32). Seit $1^1/_2$ Jahren befinden sich die Abbaue I bis III auf einer Höhe und zeigen trotz der

Abb. 32.



Mächtigkeit des Ganges bis zu 15 m und grobspangeliger Struktur keine Schwierigkeiten in der Gewinnung, während die Abbaue IV bis VI um eine Stoßhöhe zurückgeblieben sind. Es zeigte sich, daß der Abbau IV recht brüchig wurde. Platten von der Größe der Abbaumächtigkeit und 30 cm Stärke lösten sich aus der Firste. Man glaubte erst, den Bruch auf eine nicht erkennbare Kluft zurückführen zu müssen und beschloß den Ausbau dieses Abbaus, nachdem man zuvor noch einen Stoß gewonnen hätte. Doch war jetzt die Firste wieder so fest, daß man den Plan fallen ließ. Als die Abbaue I bis III wieder um einen Stoß voraus waren, zeigten sich erneut die oben aufgeführten Erscheinungen. Es wurden nun zwei Stöße nacheinander gewonnen und erzielt, daß der Abbau von dem Zeitpunkt an fest war, wo er mit Abbau I bis III auf einer Höhe blieb. Dafür ging der Bruch auf Abbau V über, den man nun auch gleichzeitig mit dem Abbau VI durch intensives Betreiben auf die Höhe der Abbaue I bis IV zu bringen gedenkt, um diese Schäden zu beheben.

Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse auf der gleichen Grube auf der 600 m-Sohle im Abbau II des Gangstückes Spatmittel, liegendes Trumm. Solange derselbe sich mit den übrigen Abbauen auf einer Sohle hielt, war er fest, wurde aber brüchig, als er um einen Stoß zurückblieb, so daß er verbaut werden mußte. Später, nachdem durch forciertes Betreiben dieses Stückes wieder die gleiche Abbauhöhe erreicht war, wurde der Ausbau überflüssig und mußte bei dem zuletzt betriebenen Stoß, als derselbe wieder zurückgeblieben war, erneut verbaut werden. Beispiele dieser Art ließen sich für die Gruben der Gruppe I noch viele bringen.

Auf der 650 m-Sohle der Grube Pfannenberger Einigkeit läßt es sich nicht gut vermeiden, daß der Abbau I des Nebentrumms des Gangstückes Spülbütte von Zeit zu Zeit früher hereingewonnen ist, als die Abbaue des Haupttrumms, da er von dem Hauptgang abzweigt und nicht die Länge und Mächtigkeit der Einzelabbaue des Hauptganges hat. Im allgemeinen hat man diesen Abbau gestundet, bis auch die übrigen Abbaue die gleiche Abbauhöhe erreicht hatten. Neuerdings — der Abbau war inzwischen bis zu einer Höhe von 15 m über der Sohle hochgekommen — war der Abbau wieder sämtlichen übrigen Abbaustößen um eine Stoßhöhe vorausgeeilt. Da zeigte sich die Eigentümlichkeit, daß sich Eisensteinplatten lösten, aber nicht hereinbrachen. Anfangs wurden diese Lasten mit Brechstangen heruntergerissen, bis sich herausstellte, daß sich schon ganz kurze Zeit nachher neue Lasten lösten. Die betreffende Arbeitskolonne hat sich inzwischen so an diese Erscheinung gewöhnt, daß sie nur vor Beginn der Arbeit die Firste verräumt und ein Gefühl dafür bekommen hat, wann sich diese Lasten lösen.

Diese beiden Gegenüberstellungen zeigen, daß der Druck eine erhebliche Kraft besitzt und imstande ist, das Ganggefüge zu zerstören. Weiter zeigt sich, daß der Druck ganz offensichtlich solche Stellen trifft und dort zerstörende Wirkungen zeigt, wo sich einzelne Abbaue nicht auf einer Höhe mit den übrigen Abbauen befinden, die also entweder dem Hauptabbau vorauseilen oder gegen diesen zurückbleiben.

Im Zusammenhang mit den aufgeführten Erscheinungen seien die Beobachtungen wiedergegeben, die das Auftreten von Gebirgsschlägen betreffen. Auf der Grube Bautenberg vernahm man häufig in entfernt liegenden Abbauen laute Knalle. In den meisten Fällen war in einem Abbau eine größere Last abgeplatzt.

Während unter ähnlichen Voraussetzungen wie auf der Grube Bautenberg auf der Grube Freier Grunder Bergwerksverein die kanonenschlagartigen Gebirgsschläge den Eindruck erweckten, als sei in der Nähe eine größere Last niedergegangen, was sich aber nicht bestätigte, kann man auf der Grube Pfannenberger Einigkeit besonders an solchen Stellen, wo der Gang ausläuft, die Beobachtung machen, daß dort häufig platte Schalen abspringen. Besonders gefährdet ist in dieser Beziehung auf der

[1]) Zugebaut. — [2]) Abgerissen.

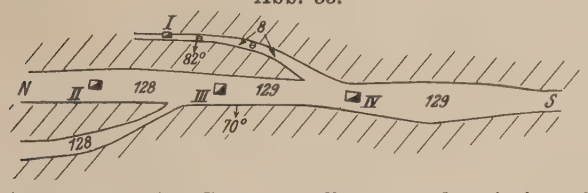
600 m-Sohle im Gangstück Junger Pfannenberg der VII. Abbau. Gerade hier zeigt sich oft ein plötzliches Abspringen von Eisensteinschalen von 0,5 bis 0,8 m Dicke und 2 bis 5 m² Flächenausdehnung. Diese Abbaupartie ist fast stets in Unruhe. Wenn bisher noch kein Ausbau dieses Abbaus erforderlich war, so ist der Grund dafür nur der, daß man durch häufiges Verräumen der Firste dem Abspringen der Schalen durch Herunterreißen mit der Brechstange zuvorkommen konnte.

Bei diesen Beispielen war gemeinsam das feste Nebengestein, überwiegend Grauwackebänke. Auf der Grube Bautenberg kommt dazu, daß in unmittelbarer Nähe des Grubenfeldes auf einem Gebirgssattel die Schichten ihre Richtung ändern.

Eine Erklärung für diese Vorgänge ist die, daß die Durchbiegungsfähigkeit bei der Grauwacke nicht so groß ist, dafür aber ihre Elastizität um so größer, so daß nach Erreichung der Bruchgrenze mit um so größerer Gewalt eine Entspannung eintritt, die durch die Knalle wahrnehmbar wird.

Um zu prüfen, ob irgend eine Gesetzmäßigkeit in den Auswirkungen der Druckbewegungen vorliegt, oder nur zufällig das Verhalten der Abbaue unter verschiedenen Voraussetzungen sich änderte, wurden die Abbaue des Gangstückes Spülbütte der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 650 m-Sohle Nr. 8, 129 und 128 näher betrachtet. Zum Vergleich wurden die zuletzt betriebenen Abbaustöße auf ihre

Abb. 33.



Leistung und den Sprengstoffverbrauch miteinander verglichen. Die Lage der Abbaue zueinander wird in Abb. 33 zur Darstellung gebracht. Der Hauptgang fällt mit 70° nach Westen ein, das mit 8 bezeichnete liegende Stück fällt mit 82° ebenfalls nach Westen ein. Nachfolgende Tabellen zeigen das Verhalten der Abbaue bei den verschiedenen Bedingungen:

A. Abbau Nr. 129.

I. In gleicher Höhe mit Arb. Nr. 8. (Februar bis Mai 1930.)

Sch.	t	kg Dyn.	kg Chlor.	L/Mann u. Sch.	kg Dyn./t	kg Chlor/t
273	2603	97,5	257,5	9,53 t	0,037	0,098

II. Gegen Abbau Nr. 8 um einen Stoß zurück. (Juni bis September 1931.)

260	1698	42,5	212,5	6,53 t	0,025	0,125

B. Abbau Nr. 8.

I. In gleicher Höhe mit Abbau Nr. 129. (Februar bis Mai 1930.)

Sch.	t	kg Dyn.	kg Chlor.	L/Mann u. Sch.	kg Dyn./t	kg Chlor/t
225	1165	7,5	292,5	5,17 t	0,0064	0,251

II. Gegen Abbau Nr. 129 um einen Stoß voraus. (November 1931 bis Februar 1932.)

203	903	10,0	222,5	4,44 t	0,0011	0,246

Zum Vergleich wurde der Abbau Arb. Nr. 128, der nach Norden an den Abbau Nr. 129 anschließt, (Abb. 33) und von dem ein Trumm in das Hangende abzweigt, herangezogen. Auch hier wurden die Abbaue gelegentlich zu verschiedenen Zeiten hereingewonnen. Es wurden folgende Werte ermittelt.

A. Hauptabbau.

I. In gleicher Höhe mit der hangenden Partie. (Februar bis April 1930.)

Sch.	t	kg Dyn.	kg Chlor.	L/Mann u. Sch.	kg Dyn./t	kg Chlor/t
128	916	27,5	180,0	9,15 t	0,030	0,201

II. Hauptabbau gegen hangende Partie um einen Stoß zurück. (Januar bis Februar 1932.)

59	469	40,0	75,0	7,94 t	0,085	0,159

B. Hangendes Trumm.

I. In gleicher Höhe mit dem Hauptabbau. (Februar bis April 1930.)

Sch.	t	kg Dyn.	kg Chlor.	L/Mann u. Sch.	kg Dyn./t	kg Chlor/t
136	707	30,0	130,0	7,69 t	0,042	0,183

II. Hangendes Trumm gegen Hauptabbau um 1 Stoß voraus. (Juni bis Juli 1931)

95	409	27,5	117,5	6,93 t	0,058	0,250

Unterzieht man die aufgeführten Beispiele untereinander einem Vergleich, so kann man feststellen:

1. Werden zwei zueinander parallel oder annähernd parallel verlaufende Gangtrümmer so abgebaut, daß der eine Abbaustoß gegen den anderen zurückbleibt, so zeigt sich bei sonst gleichbleibenden Bedingungen bei dem tiefer liegenden Abbau ein erhöhter Sprengstoffverbrauch, der eine Verfestigung der Gangausfüllung voraussetzt.

2. Sowohl bei dem vorauseilenden wie bei dem zurückbleibenden Abbau ist ein Sinken der Leistung nachzuweisen. Der Grund wird für den ersten Fall der sein, daß durch die erhöhte Steinfallgefahr die Sicherheit der Belegschaft keine völlige Konzentration auf die Arbeit zuläßt, während im zweiten Falle durch die Verfestigung der Gangausfüllung mehr Zeit auf die Bohrarbeit verwandt werden muß.

3. Der Sprengstoffverbrauch ändert sich ebenfalls mit den geänderten Abbauverhältnissen. Für die vorauseilenden Stöße blieb er in einem Falle gleich, im übrigen war ein Sprengstoffmehrverbrauch festzustellen, was auf das Sprengen größerer Stücke zurückzuführen ist, während die zurückbleibenden Stöße in jedem Fall einen erhöhten Sprengstoffverbrauch hatten, der zwischen 5 und 10 vH. schwankte. Dieser Sprengstoffmehrverbrauch ist ausschließlich auf das festere Ganggefüge zurückzuführen.

Ganz offensichtlich müssen Zusammenhänge zwischen parallel zueinander verlaufenden Gangspalten bestehen. Wenn in anderen Bergbaubezirken[1]) festgestellt wurde, daß bei einem Abbau zweier übereinanderliegender Lagerstätten das zuerst gewonnene Flöz einen Abdruck der erzeugten Hohlräume in dem darüber oder darunter liegenden Flöz erzeugte, so darf man wohl nicht fehlgehen, wenn man auch für den Gangbergbau die für den Abbau von Flözen gefundene Erklärung übernimmt, daß nämlich infolge der Entspannung der nachträglich gebauten Lagerstätte durch den früheren Abbau einer parallel verlaufenden Lagerstätte die Gewinnung erschwert wird.

Es war versucht worden, an irgend einer Stelle in den Abbauen Spuren einer Entspannung festzustellen, wie dies in den Strecken sehr schön zu sehen war. Bei der Abbauart, wie sie auf der Grube Pfannenberger Einigkeit betrieben wird, daß nämlich im Durchschnitt ein Vierteljahr für die Hereingewinnung eines Stoßes gerechnet wird, waren Feststellungen besonderer Art außer den schon genannten in den Abbauen nicht zu

[1]) Spackeler: Der Bergbau 1931. Nr. 35. S. 415.

machen. Als im August 1930 die Grube eingestellt wurde, konnten die Gebirgsbewegungen sich weiter entwickeln. Als nach neunmonatiger Einstellung der Betrieb wieder aufgenommen wurde, zeigten die Stöße durchweg ein verändertes Aussehen (vgl. Abb. 34 bis 36). Die mit Abb. 34a bis 36a bezeichneten Abbildungen geben die Lage der Aufnahmepunkte im Gang wieder. Es handelt sich um Abbaue, die auf der 650 m-Sohle liegen und etwa 12 m über die Sohle hochgekommen sind und die bei geregeltem Betriebe

Abb. 34.

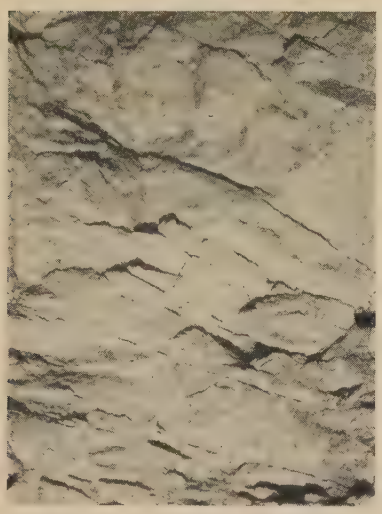
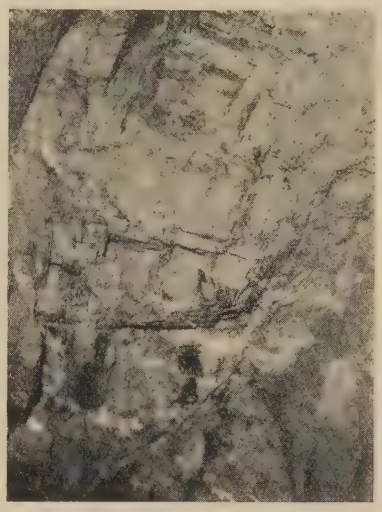


Abb. 35.



vollständig ohne Brüche gewonnen werden. Abb. 36 zeigt den Abbau VII des Gangstückes Junger Pfannenberg. Man erkennt deutlich die horizontal oder angenähert horizontal verlaufenden Risse, die durch die gesamte Gangmächtigkeit hindurchgehen. In der Mitte klaffen sie am weitesten auf und verlaufen sich nach den Rändern zu, so

Abb. 36.

Abb. 34a.

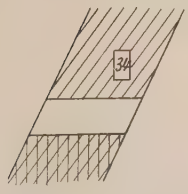
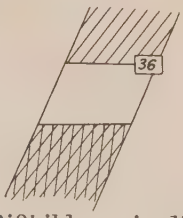


Abb. 35a.

Abb. 36a.



daß man den Ausgangspunkt der Rißbildung in die Mitte der Gangmächtigkeit verlegen kann, wie die durch die persönlichen Beobachtungen in dem Abbau I des Gangstückes Spülbütte in ihrer Entstehung beobachteten Risse, die oben erwähnt waren, bewiesen. Die Tatsache, daß man derartige Rißbildungen erst nach Ablauf von rund einem Jahr feststellen kann, beweist, daß eine sehr erhebliche und lange anhaltende Kraft nötig ist, um das Ganggefüge zu zerstören. Die Entstehung dieser Risse ist als Folge des auf die Stoßkanten des Abbaus ausgeübten Druckes anzusehen, der sich aus der Absenkung des Hangenden ergibt.

Zur Prüfung des Verhaltens der Abbaue in verschiedenen Abbauhöhen seien die Verhältnisse auf der Grube Pfannenberger Einigkeit für die Gruben der Gruppe I[1]) von der 500 m-Sohle abwärts bis zur 700 m-Sohle gewählt. Der Sohlenabstand beträgt 50 m. Auf der 700 m-Sohle sind die Aus- und Vorrichtungsarbeiten beendigt und in vereinzelten Fällen der Abbau des ersten Stoßes begonnen worden. Hier zeigt das Ganggestein eine recht große Festigkeit. Der Abbau geht ohne irgendwelche Schwierigkeiten vonstatten. Auf der 650 m-Sohle ist der Abbau bis 15 m über der Sohlenstrecke hochgekommen. Auch hier sind keine nennenswerten Besonderheiten festgestellt worden. Anders verhält sich der Abbau auf der 600 m-Sohle. Er bewegt sich dort etwa 30 m über der Sohlenstrecke. Es stehen also noch 20 bis 22 m an. Während der neunmonatigen Einstellung von August 1930 bis Mai 1931 konnte der Abbau, der damals etwa 6 m tiefer betrieben wurde, trotz einer Mächtigkeit des Ganges von durchschnittlich 10 m ohne Ausbau stehen bleiben. Er hielt sich auch noch bei Hereingewinnung der ersten Stöße nach der Wiederinbetriebnahme und zeigt jetzt in seiner ganzen Erstreckung, wo die Höhe von 30 m erreicht ist, merkwürdige Brucherscheinungen. In der Firste lösen sich große Platten, die, ohne sich zu „melden", hereinbrechen. Stellen, die eben sichergestellt sind, zeigen schon nach kurzer Zeit Ablösungsrisse. Die Partieen im Liegenden des Ganges wurden stärker betroffen als die im Hangenden. Die Aenderung im Verhalten des Abbaus hat sich fast zwischen zwei Stößen vollzogen, so daß man von Einwirkungen besonderer Kräfte zu sprechen geneigt ist. Da sich dieser Vorgang auf allen Sohlen in etwa 30 m über der Sohlenstrecke oder besser 20 m unter der nächsthöheren Sohle regelmäßig vollzieht, ist man über die eintretenden Wirkungen bereits vorher im klaren. Die Abbaue werden in Tannenholzausbau gestellt und von besonders geschickten und mit den Gefahren vertrauten Bergleuten betrieben. Man spricht von der „Bruchzone", die sich auch bei den nächsten Stößen in dem gleichen Maße zeigt. Geringere Leistung, das Anfallen größerer Lasten, die einzeln gesprengt werden müssen und erhöhte Unfallgefahr sind die Kennzeichen dieser Zone. Rückt der Abbau der nächsthöheren Sohle näher, wie dies bei der 550 m-Sohle und den Resten der 500 m-Sohle der Fall ist, so ändert sich das Verhalten des Ganges erneut. Ebenso plötzlich, wie die Bruchzone in Erscheinung trat, verschwindet sie wieder. Dies ist der Fall, wenn außer dem Deckelstoß noch 1 bis $1^1/_2$ Stöße, insgesamt noch 5 bis 6 m Gang anstehen. Das feste

[1]) Siehe S. 2/3.

Gefüge, wie es bei den tieferen Sohlen unterhalb der Bruchzone vorhanden ist, ist allerdings nicht mehr da, vielmehr ist der Gang zerdrückt, aber nicht zerklüftet oder gar zerstört worden, kurz: der feste Zusammenhang ist gelockert worden. Häufig kann man diesen Rest ohne Holzausbau gewinnen. Die Sprengstoffkosten werden ganz gering. Da dieser Abschnitt offensichtlich wieder als besondere Zone aufgefaßt werden muß, sei er mit Zone III bezeichnet, wenn man die Bruchzone mit Zone II und die des normalen Abbaus mit Zone I bezeichnet.

Des weiteren seien die Verhältnisse auf der Grube Eisenzecher Zug-Concordia beschrieben. Nachdem man dort früher den Sohlenabstand mit 50 m gewählt hatte, baut man von der 550 m-Sohle abwärts Sohlen von 60 m Höhe ab. Bei der Untersuchung wegen der Höhenverteilung der Zonen I, II und III wurde festgestellt, daß die Zone II hier nun nicht nach dem Abbau von 30 m beginnt, sondern daß 40 m abgebaut werden können, bevor die Bruchzone erreicht wird. Es steht auch hier dann noch ein Restpfeiler von 20 m an, der sich ebenfalls in die unteren 15 m für die Zone II und 5 bis 6 m für die Zone III zerlegt.

Diese beiden Gruben wurden als Beispiele herangezogen, weil dort der Abbaufortschritt nicht so groß ist, wie bei den kleineren Gruben. Entsprechende Beobachtungen wurden, wenn auch nicht mit der gleichen Exaktheit, auf den übrigen unter Gruppe I zusammengefaßten Gruben gemacht.

Zur Feststellung der unterschiedlichen Leistung und Sprengstoffverbrauchs in den drei Abbauzonen wurde für einzelne charakteristische Abbaue der Hauptgangstücke der Grube Pfannenberger Einigkeit die Leistung und der Sprengstoffverbrauch in den einzelnen Zonen miteinander verglichen. Die Angaben der Zonen I waren nicht mehr vollständig zu erhalten, weshalb nur die letzten Stöße vor Erreichung der Zone II wiedergegeben sind. Es ergibt sich folgendes Bild:

550 m-Sohle. Gangstück Spülbütte. Arb. Nr. 56.

Jahr	Monat	t	Sch.	Dyn.	Chlor	t/Mann u. Sch.	Dyn./t	Chlor/t
1924	1 — 6	863	170	67,5	62,5	5,076	0,0782	0,0724
1924	9 — 12	997	232	55,0	117,5	4,297	0,0551	0,118
1925	1 — 4	1335	283	75,0	100,0	4,717	0,0561	0,0749
Zone I:	22 — 30 m	3195	685	197,5	290,0	4,664	0,062	0,091
1925	5 — 10	508	198	50,0	162,5	2,566	0,098	0,320
1926	6 — 10	585	212	87,5	180,0	2,759	0,150	0,308
26/27	11 — 2	847	222	70,0	132,5	3,815	0,083	0,156
1927	3 — 7	858	211	95,0	207,7	4,066	0,111	0,242
1927	8 — 11	1004	238	107,5	310,0	4,218	0,107	0,309
27/28	12 — 5	1662	472	95,0	105,0	3,221	0,059	0,063
1928	6 — 8	657	208	25,0	40,0	3,158	0,038	0,060
1928	9 — 12	583	229	2,5	230,0	2.545	0.004	0,395
Zone II:	30 — 44 m	6704	1990	532,5	1367,5	3,368	0,079	0,204
1929	1 — 4	822	257	—	102,5	3,198	—	0,125
1929	5 — 12	1535	501	5,0	160,0	3,06	0.004	0,104
Zone III:	44 — 50 m	2357	758	5,0	262,5	3,109	0,002	0,111

Der Abbau Spülbütte, Arb. Nr. 56, fällt mit etwa 75° ein, hat eine Mächtigkeit von 3 bis 3,5 m und schneidet die Schichten des Nebengesteins in einem Winkel von 6 bis 10°. Die Gangausfüllung besteht aus reinem Spateisenstein. Der unverhältnismäßig hohe Sprengstoffverbrauch in Zone II erklärt sich dadurch, daß mindestens ebensoviel Sprengstoff zur Zerkleinerung großer Lasten erforderlich ist, wie zur Hereingewinnung des eigentlichen Abbaustoßes. Genaue Verhältniszahlen lassen sich nachträglich nicht mehr feststellen. Die Ungleichmäßigkeit des Hereinbrechens der Gesteinsschalen aus der Firste kommt in dem verschieden hohen Sprengstoffverbrauch und der ungleichmäßigen Leistung in Zone II zum Ausdruck.

Im Gangstück Spatmittel, liegendes Trumm, wurde auf der 550 m-Sohle die Arb. Nr. 190 als Grundlage für die Beobachtungen genommen.

Jahr	Monat	t	Sch.	Dyn.	Chlor.	t/M u. Sch.	Dyn./t	Chlor/t
1924	1— 6	1101	194	22,5	137,5	5,675	0,020	0,125
1924	7—12	921	217	60,0	120,0	4,244	0,065	0,132
1925	1— 4	721	173	85,0	75,0	4,167	0,118	0,104
1925	5 — 8	731	178	—	185,0	4,100	—	0,253
1925	9—10	289	47	5.0	50,0	6,148	0,017	0.173
Zone I:	24—30 m	3783	809	172,5	567,5	4,676	0,046	0,150
1926	6—12	689	252	35,0	107,5	2,734	0,051	0,156
1927	1— 5	724	175	37,5	107,5	4,137	0,052	0,148
1927	6— 9	250	96	5,0	37,5	2,604	0,020	0,150
1927	10—12	188	72	5,0	42,5	2,611	0,027	0,226
1928	1— 5	406	127	2,5	80,0	3,196	0,006	0,197
1928	6—12	1422	416	—	187,5	3,418	—	0,132
Zone II:	30—45 m	3629	1138	85,0	562,5	3,189	0,023	0,155
1929	1— 7	1142	346	2,5	112,5	3,301	0,002	0,099
1929	8—12	1241	334	10,0	95,0	3,715	0,008	0,077
1930	1— 5	799	239	22,5	45,0	3,343	0,028	0,056
Zone III:	45—50 m	3182	919	35,0	252,5	3,463	0,010	0,079

Das Einfallen des Ganges betrug 80°, die Mächtigkeit 2,5 bis 3 m. Die Gangausfüllung war ebenfalls reiner Spateisenstein. Das Hangende war brüchig, während das Liegende feststand.

Auch bei diesem Beispiel tritt der hohe Sprengstoffverbrauch in Zone II besonders in Erscheinung, der auf die gleichen Ursachen zurückzuführen ist wie bei dem ersten Beispiel. Des weiteren erkennt man hier in Zone III eine Leistungssteigerung gegen Zone II, für die sich die Erklärung daraus ergibt, daß der Abbau wieder gleichmäßig betrieben werden kann.

Von der Grube Eisenzecher Zug wurden von dem Abbau Nr. 21 des Gangstückes Eisenzeche auf der 610 m-Sohle die entsprechenden Angaben zur Verfügung gestellt. Die Länge des Abbaus betrug 50 m, die Mächtigkeit 3,2 m. Quarz und Nebengestein nahmen in der Gangausfüllung 15 vH. ein. Das Hangende war ziemlich glatt ohne Nachfall, während das Liegende nur stellenweise glatt war. Die Zusammenstellung ergab folgende Werte:

Zone I: Leistung 3,45 t. Sprengstoffkosten je t = 0,30 ℳ. Zahl der Schüsse je t: 0,394.

Zone II: Leistung 3,75 t. Sprengstoffkosten je t = 0,27 ℳ. Zahl der Schüsse je t = 0,32. Länge der Schnur = 1,2 m.

Zone III: Leistung: 2,45 t. Sprengstoffkosten je t = 0,12 ℳ. Zahl der Schüsse je t = 0,54. Länge der Schnur = 0,66 m.

Die geringere Leistung in Zone III erklärt sich hier daraus, daß die Schwebe verbaut werden mußte. Hier zeigt besonders die Angabe der Schnurlängen für die einzelnen Schüsse, daß nur kurze Löcher gebohrt wurden, die mit einzelnen Patronen besetzt wurden. Diese Angaben lassen sich, wenn auch andere Werte als Grundlage der Aufstellung genommen wurden, ohne weiteres mit den auf der Grube Pfannenberger Einigkeit ermittelten Werten in Einklang bringen.

Anders ist das Verhalten der Gruben der Gruppe II. Gang und Nebengestein besitzen eine größere Festigkeit. Da die Ausdehnung dieser Gruben keine sehr große ist, und alle bei der wirtschaftlichen Notlage schwer zu kämpfen haben, wird hier meist der Abbau bereits begonnen, wenn der Gang noch nicht einmal fertig überfahren ist. Wenn dann gar noch auf zwei Schichten abgebaut wird, so ist dies Erklärung genug, daß man von schädlichen oder nützlichen Gebirgsdruckwirkungen kaum sprechen kann. Auf diesen Gruben kann oft die ganze Sohle ohne Holzausbau gewonnen werden. Nur in Einzelfällen zeigt sich die Bruchzone.

Um die Bewegungen in der Gangspalte insgesamt zu erfassen, wurde, soweit dies möglich war, das Verhalten des Versatzes den Druckbewegungen gegenüber untersucht. Aufschlüsse geben einmal die Rollen und Fahrungen im Verlaufe des Abbaus einer Sohle, dann der Versatz selbst, wenn er nach vollendetem Abbau einer Sohle zum Verfüllen der tieferen Abbaue gewonnen wird.

Es ist eine Tatsache, daß alle Rollen, besonders bei großstückigem Versatz, eine Querschnittsänderung erleiden, was von dem auf den zusammengedrückten Versatz ausgeübten Gebirgsdruck zurückzuführen ist. Da die Rollenstücke bei der Mauerung fest gegeneinander verkeilt werden, muß dieser Druck recht erheblich sein. Vor allem erkennt man eine Abplattung der hangenden Seite.

Welche Bedeutung das Versatzmaterial hat, zeigen die nachfolgenden Gegenüberstellungen: Als auf der 650 m-Sohle der Grube Pfannenberger Einigkeit im Gangstück Spatmittel, hangendes Trumm, Abbau I eine Rolle Schäden aufwies, mußte sie 8 m abgerissen werden. Da hier nur mittels Hereinschießens des Liegenden versetzt wird, wobei grobe Stücke anfallen, war keine wesentliche Verfestigung des Versatzes eingetreten, vielmehr war infolge Absenkung des Hangenden die unter dem Hangenden hochgeführte Rolle plattgedrückt worden. Aehnlich wurden Rollen zusammengedrückt, die im Versatz aus gewaschenen Aufbereitungsbergen hochgeführt wurden. In beiden Fällen wurde der Gebirgsdruck unmittelbar auf die Rolle übertragen.

Demgegenüber behalten Rollen, die in feinkörnigem, lettigen Versatz hochgeführt werden, ihre Form bei bzw. die Verengung geht ganz langsam und allseitig gleichmäßig vor sich. Dies erkennt man einmal an den seltenen Störungen, die bei Benutzung derselben eintreten, dann aber vor allem bei der Hereingewinnung des Alten Mannes. Die Rollstücke stehen noch so im Versatz, wie sie bei der Mauerung zusammengesetzt worden sind, der Versatz selbst hat sich so verfestigt, daß er sämtliche Hohlräume ausgefüllt hat und mit Hangendem und Liegendem eine geschlossene Einheit bildet. Nur durch Sprengen löst sich ein Teil des Versatzes.

Entsprechende Veränderungen erleiden die Fahrungen im Versatz. Ueber der 500 m-Sohle im Gangstück Spülbütte der Grube Pfannenberger Einigkeit war die südlichste Fahrung allseitig so zusammengepreßt, daß sie bei einer Höhe des Abbaus von 30 m nicht mehr passierbar war. An der vorletzten Fahrung im nördlichsten Teil des Gangstückes Junger Pfannenberg auf der 600 m-Sohle konnte man das Hereinwachsen der Seitenstöße der Fahrung innerhalb eines halben Jahres nach der Mauerung deutlich erkennen. Die Mauerstücke in der Mitte der Fahrung drückten sich bauchförmig heraus. Hier muß der Versatz, der schon ziemlich verfestigt war, eine weniger widerstandsfähige Ausweichstelle gefunden haben. Die Verengung der Fahrungen ist u. a. ein Grund, weshalb allgemein nach Erreichung einer Abbauhöhe von 30 bis 35 m die Ueberhaue zur nächsthöheren Sohle fahrbar gemacht werden. Nur die noch einwandfreien Fahrungen werden zur Reserve weiter im Versatz hochgeführt.

Von Mittelstrecken im Versatz, die zusammengedrückt wurden, konnte nur ein Fall auf der Grube Concordia im Gangstück Römel in Erfahrung gebracht werden. Diese war innerhalb von vier Jahren so zusammengedrückt worden, daß sie nicht mehr fahrbar war. Ob die dem Hangenden oder Liegenden zugewandte Seite stärker betroffen war, konnte nicht festgestellt werden.

Die sichtbarsten Auswirkungen des Gebirgsdruckes im Gang erkennt man in den Gangstrecken an den Schäden am Streckenausbau. Die Abb. 37 u. 38 wurden auf der Grube Storch und Schöneberg auf der 15. Tiefbausohle im Gangstück Eisengarten aufgenommen. Sie zeigen, wie selbst eiserner Ausbau recht erheblich durchgebogen werden kann. Der Stand des Abbaus bei Beginn und Beendigung

der Bewegung wird in Abb. 39 u. 40 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß die Abbauzone II bereits auf der nächsthöheren Sohle Bruchwirkungen hervorruft. Der Ausbau der Gangstrecke ist einige Meter hinter dem Aufnahmepunkt bei der Gewinnung des Deckelstoßes fortgenommen worden. Man erkannte dort den vollständig verfestigten Versatz. Die Rollen standen noch unbeschädigt im Versatz, in diesem Falle Hochofenschlacke. Mit der Durchbiegung der Schichten war eine Absenkung des Hangenden vor sich gegangen.

Aehnlich starke Zerstörungen des Streckenausbaus, wie in Abb. 37 u. 38 wiedergegeben worden sind, aber auch eine entsprechende Verfestigung des Versatzes findet man auf der gleichen Grube in den Gangstrecken des Gangstückes Westlicher Storch auf der 21. Tiefbausohle, Gangstück Kammer auf der 21. Tiefbausohle, Lurzenbach auf der 17. Tiefbausohle, Schmiedeberg auf der 12. Tiefbausohle usw.

Für Holzausbau wurde als besonders schönes Beispiel der durch die Absenkung des Hangenden bedingten Zerstörungen des Streckenausbaus (Abb. 41) auf der Grube Freier Grunder Bergwerksverein gefunden. Ganz entsprechend den vorstehenden Ausführungen wurde die zwischen festen Nebengesteinschichten stehende Gangstrecke im Verlauf des Abbaus der Bruchzone der nächsttieferen Sohle besonders auf der dem Hangenden zugewandten Seite zerstört. Je mächtiger der Gang ist, desto mehr wird der hinter dem Streckenausbau eingebrachte Versatz die Druckbewegung aufnehmen und umgekehrt.

Aehnliche Erscheinungen konnte man auf der Grube Pfannenberger Einigkeit im nördlichsten Abbau des Gangstückes Junger Pfannenberg auf den verschiedenen Sohlen erkennen. In allen Fällen zeigt sich, wie die Schichten des Hangenden durch die Absenkung auf den Ausbau stärker als die des Liegenden auf den Ausbau drücken.

Abb. 37.

Abb. 38.

Abb. 41.

Etwas anders äußerten sich die Druckwirkungen in den Gangstrecken auf der Grube Neue Haardt, wo bogenförmiger Ausbau verwandt wird. Dort waren I-Eisen spiralförmig verdreht, doch zeigten sich hier die Hauptwirkungen auf der Streckensohle. Der Fuß des Stockes wurde aus der Streckensohle herausgedrückt und nach der Streckenmitte geschoben. Natürlich gab nun auch der übrige Ausbau nach und ließ Querschnitte von Ellipsenform entstehen (vgl. Abb. 42). Diese andersartige Auswirkung ist zum Teil auf die Gangausfüllung, Eisenglanz, zurückzuführen, der ganz erheblich milder und nachgiebiger ist als Spateisenstein, der in sich ein starres Widerlager bildet; zum Teil wird die geringe Widerstandskraft des Ausbaus die Verschiedenartigkeit erklären.

Abb. 39.

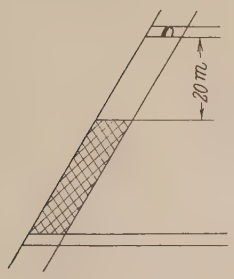


Abb. 40.

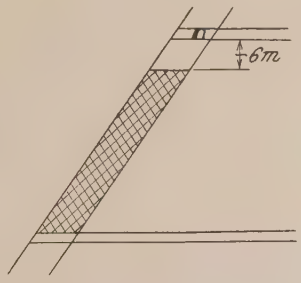


Abb. 42.

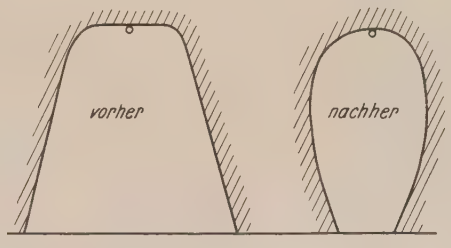
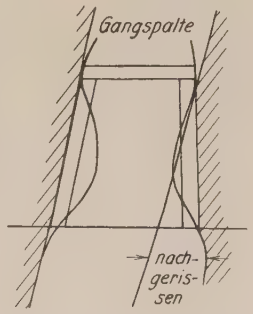


Abb. 43.

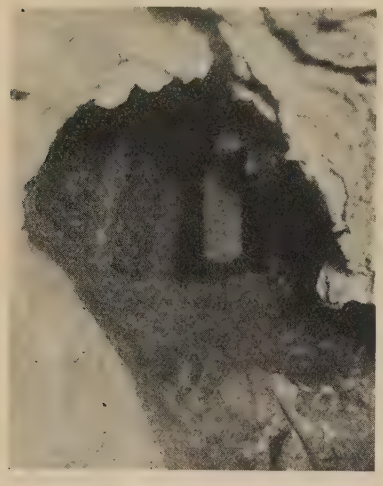


Interessant war eine Beobachtung im Gangstück Junger Pfannenberg der Grube Pfannenberger Einigkeit. Nur eine Stelle des fertig abgebauten Gangstückes war noch befahrbar und zeigte, daß die Streckensohle noch in voller Breite erhalten ist, in der Mitte der Streckenhöhe dagegen die Schichten den Streckenquerschnitt der Gangstrecke bis auf die Hälfte zusammengedrückt haben, dann aber durch die Kappen wieder etwas auseinander gedrückt

wurden, um sich gleich oberhalb derselben wieder mehr zusammenzuschließen (Abb. 43). Da der Gang nur eine Mächtigkeit von 1 m hatte, mußte vor dem Einbringen des Streckenausbaus ein Teil des Liegenden nachgerissen werden, wodurch die Abb. 43 verständlich wird. Ganz offensichtlich zeigt dieser Fall, daß schon geringe äußere Momente genügen, um eine gleichmäßige Durchbiegung des Nebengesteins zu verhindern. In der Streckenfirste war der Widerstand in diesem Falle die Kappe, in der Streckensohle die Schwellen der Schienen.

Die Beruhigung des Gebirges und die völlige Entspannung in der Zone III zeigt Abb. 44. Nachdem der Deckelstoß der Sohle restlos abgebaut war, änderte sich an dem Ausbau der oberen Sohle nichts mehr. Selbst die Türstockbeine, die bei der früheren Druckbewegung als Folge des Abbaus der Zone II fest von dem Hangenden und Liegenden gegen die Kappen gedrückt worden waren, hielten sich in ihrer ursprünglichen Lage.

Abb. 44.



Die Beobachtungen im Gang lassen sich dahingehend zusammenfassen, daß bei dem Abbau einer Sohle drei Zonen zu unterscheiden sind, die durch die Bildung der Trompeterschen Zone und das Auftreten des Kämpferdruckes bedingt werden. Infolge der Absenkung des Hangenden wird auf die Abbaustoßkanten ein Druck ausgeübt, dessen Größe von der Beschaffenheit der Gangausfüllung und des Nebengesteins abhängig ist und der zu einem Abspringen ganzer Gesteinschalen aus der Firste führen kann.

Besonders gefährdet sind bei der Gewinnung Einzelabbaue, die sich nicht mit den übrigen Abbauen auf einer Höhe befinden, da auf diese der Kämpferdruck konzentriert wird.

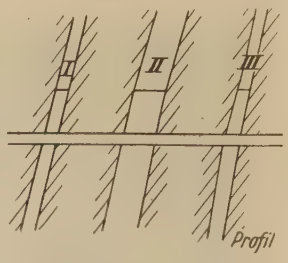
Parallel zueinander verlaufende Gangstücke zeigen die Eigenschaft, daß das zuerst abgebaute Gangstück das nachgebaute entspannt und somit verfestigt.

b) Beobachtungen im Hangenden.

Zur Ergänzung der Entspannungsvorgänge als Folge des durch den Abbau erzeugten Druckes müssen sowohl Hangendes wie Liegendes des Ganges auf die auftretenden Aenderungen untersucht werden. Während in früheren Zeiten häufig in das Hangende und Liegende Bergeörter getrieben wurden, wird heute die Aus- und Vorrichtung dem Bergebedarf angepaßt und etwa fehlende Berge durch das Sprengen des Alten Mannes gewonnen. Die Untersuchungen ließen sich daher nur auf die Strecken im Hangenden und Liegenden des Ganges ausdehnen. Da man aus Sicherheitsgründen nur ungern eine Strecke in das Hangende eines Ganges verlegt, sind die Beobachtungsmöglichkeiten im Hangenden gering.

Auf der Grube Pfannenberger Einigkeit quert die Hauptförderstrecke zum Gangstück Spatmittel, hangendes Trumm, auf allen Sohlen rechtwinklig das dem Schacht näher liegende Gangstück Spülbütte. Da sich auf der 650 m-Sohle der Gang in drei Trümmer teilt, wie Abb. 33 auf Seite 11 im Grundriß darstellt, und die Förderstrecke alle drei Trümmer schneidet, da ferner diese Strecke 8 m hinter dem Gang eine spitzwinklig zum Gang verlaufende Richtung annimmt, war an drei Stellen die Beobachtung des Hangenden möglich (Abb. 45). Die Gangstrecken wie auch die den Gang querenden Abschnitte der Umbruchstrecke stehen größtenteils in Betonausban, daneben sind kleinere Abschnitte in Ziegelsteinmauerung gestellt. Bis Anfang des Jahres 1931 wurden in der Umbruchstrecke die normalen Entspannungserscheinungen festgestellt, d. h. ein Durchbiegen der Schichten nach der Gangspalte zu. Später zeigte sich bei Annäherung der beiden benachbarten Trompeterschen Zonen um das Trumm I und Trumm II auf $1^1/_2$ m ein besonders starker Druck auf den Betonstreckenausbau der Gangtrümmer I und II. Entsprechend war es bei der Spalte III, bei der die Vorgänge ganz parallel verliefen. Die Schäden äußerten sich durch das Abplatzen von Betonschalen aus der Streckenfirste, Durchbiegen des Mauerwerks der Seitenstöße und Abspringen dünner Platten als Folge zu starker Durchbiegung der Mauer, sowie Bildung von Rissen im Mauerwerk. Die Abstände zwischen Gangspalte I und II betragen 6 m, zwischen II und III 8 m. Der Kämpferdruck zwischen den jeweils benachbarten Trompeterschen Zonen, der sich auf ein immer kleiner werdendes Feld konzentrierte, muß vor seinem Aufhören, d. h. vor der endgültigen Entspannung der zwischen den Gangspalten liegenden Bergepartie nach der Verfestigung des Versatzes seinen Druck auf den Streckenausbau übertragen und zu dessen teilweiser Zerstörung geführt haben. Im Hangenden der Gangspalte I, die nach dieser Richtung durch keine fremden Momente beeinflußt war, ließ sich die Durchbiegung der Schichten bis auf 7 m vom Gang beobachten.

Abb. 45.



Auf den alten abgebauten Sohlen, wo nur eine Hauptspalte vorlag, mußte die Strecke an den entsprechenden Stellen auf die gleiche Länge — 7 m — in Holzausbau gestellt werden. Da infolge der Zerstörung der Strecken keine genaue Begrenzung bestimmt werden konnte, nimmt Verfasser an, daß hier die Grenze der Entspannung liegt, die sich auf der Sohlenstrecke feststellen läßt.

Da die genannte Förderstrecke als einzige eine Beobachtung im Hangenden des Gangstückes Spülbütte zuläßt, wurde sie auf den höheren Sohlen besonders genau untersucht. Während auf der 650 und 600 m-Sohle außer den genannten Feststellungen nichts Besonderes erkannt werden konnte, beginnt auf der 550 m-Sohle die Strecke ihre Beschaffenheit zu ändern. Es mußten etwa 15 m vom Gang entfernt infolge der Zerstörung der

Strecke 5 m in Holzausbau gestellt werden. Auf der 500 m-Sohle stehen rd. 20 m im Hangenden des Ganges in Holz.

Offensichtlich treten in den aufgeführten Beispielen zwei verschiedene Entspannungszonen in Erscheinung. Die eine grenzt direkt an den Gang und reicht bis zu 8 m in das Hangende. Sie entsteht als Folge des Abbaus des Ganges auf derselben Sohle. Demgegenüber rührt die Trompetersche Zone, von der ein Teil in 20 m horizontaler Entfernung im Hangenden des Ganges erkannt werden kann und die sich mit fortschreitendem Abbau der nächsttieferen Sohle vergrößert und immer mehr der Gangspalte nähert, von dem Abbau der tieferliegenden Sohle her. Es ist die Endbegrenzung der Längsausdehnung der Trompeterschen Zone um den Abbau, die bereits vor vollendetem Abbau der Sohle die Sohlenstrecken der nächsthöheren Sohlen erreicht. Aeußerlich tritt diese Entspannung in den Sohlenstrecken durch eine plötzlich eintretende Aenderung der Einfallrichtung (Durchbiegung der Schichten) einzelner Schichten 20 m im Hangenden des Ganges in Erscheinung. Als Beispiel sei auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 550 m-Sohle der erste Querschlag zum Gangstück Junger Pfannenberg erwähnt. Oft tritt an Stelle derselben eine Fältelung der Schichten, so auf der Grube Stahlseifen-Heinrichsglück im Heinrichsglücker Ganggebiet auf der 410 m-Sohle in der Richtstrecke zum Westgang. In beiden Fällen war der Abbau bis 20 m unter die Sohle hochgekommen.

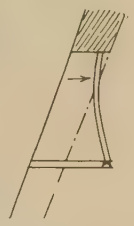
Als weitere Folge der Entspannung zeigt sich, wenn die beiden Trompeterschen Zonen sich nähern, ein Quellen der Sohlen in den Querschlägen bis zu 5 m Entfernung von dem Gang. Auch hier muß der Kämpferdruck, der auf das kleine Feld zwischen den beiden Entspannungszonen konzentriert ist, die Ursache des Quellens sein. Am deutlichsten kommt dies außer auf der Grube Friedrich Wilhelm in den Querschlägen 5, 6, 7 und 8 auf der 544 m-Sohle, die in das Hangende des Ganges führen, auf der Grube Eisenhardter Tiefbau auf der 9. (500 m-) Sohle in der Umbruchstrecke nach Norden in Erscheinung.

Die Bewegungen im Hangenden des Ganges ergeben zusammenfassend folgendes Bild: Infolge des Auftretens zweier Trompeterscher Zonen als Folge des auf zwei übereinander liegenden Sohlen umgehenden Abbaus wird der Kämpferdruck in eine bestimmte Richtung gelenkt, die durch die Lage der Trompeterschen Zonen bedingt ist, wodurch ein Quellen der dazwischenliegenden Abschnitte der Sohlenstrecken hervorgerufen wird.

c) Beobachtungen im Liegenden.

Da die weitaus größere Anzahl vorhandener Strecken im Liegenden des Ganges aufgefahren werden, ist das Beobachtungsmaterial weit größer. Als auf der 600 m-Sohle der Grube Pfannenberger Einigkeit im Gangstück Spülbütte, Abbau I, eine Rolle ausgebessert werden mußte, die bei zunehmender Mächtigkeit des Ganges im Liegenden nachträglich angesetzt und durch die starke Inanspruchnahme derselben an der durch den Pfeil bezeichneten Stelle (Abb. 46) beschädigt worden war, wurde die Rolle 10 m tief abgebrochen und dabei das Liegende freigelegt. Bei den ersten 4 m ließen sich keine nennenswerten Aenderungen feststellen, dagegen war bei den tieferen Metern ein Hereindringen der Schichten des Liegenden um etwa 0,4 bis 0,5 m deutlich festzustellen. Diese Schichten hatten den zwischen Liegendem und Rolle befindlichen Versatz fest zusammengedrückt und bei dem oben angegebenen Punkte in der Rolle die Basaltstücke aus dem Rollenkranz herausgedrückt, so daß an dieser Stelle das Material häufig nicht durchrutschen konnte.

Abb. 46.



In den Sohlenstrecken erkennt man in unmittelbarer Nähe des Ganges überall die Durchbiegung der Schichten zum Gang hin, wie dies bei der Bildung der Entspannnungszone um den Streckenhohlraum bereits geschildert ist. Die Grenzen liegen hier bei festen Nebengesteinschichten 3 bis 5 m vom Gang entfernt, während bei Tonschieferschichten bis zu 7 m Entfernung im Liegenden das Ablösen und Durchbiegen der Schichten festgestellt wurde. Je milder die Schichten sind, desto leichter biegen sich dieselben durch und desto leichter bilden die Einzelteilchen einen geschlossenen Verband.

Wenn die Trompeterschen Zonen zweier benachbarter Sohlen sich nähern, zeigt sich entsprechend den Beobachtungen im Hangenden ein Quellen der Sohle in unmittelbarer Nähe des Ganges. Auf der 500 m-Sohle der Grube Pfannenberger Einigkeit ist das Gangstück Spülbütte durchweg abgebaut. Nur vereinzelt stehen noch ein bis zwei Stöße von einem zurückgebliebenen Abbau an. Da die Trompeterschen Zonen der 500 und 550 m-Sohle inzwischen ineinander übergegangen sind, und damit der Kämpferdruck an dem äußeren Rand der Trompeterschen Zone der 550 m-Sohle abgeleitet wird, treten keinerlei Druckspannungen mehr auf. Das Quellen der Sohle und die Zerstörung des Gangstreckenausbaus erfolgt nur, solange der Abbau in der Abbauzone II betrieben wurde. Es bleibt für den entspannten Gebirgskörper um den Gang als letztes Stadium nur noch ein Ablösen des Gebirges und Einbrechen in die Gangspalte.

Abb. 47.

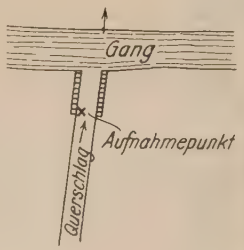


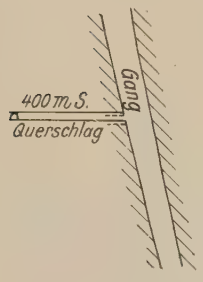
Abb. 48.

Eine Beobachtung, die nicht häufig möglich war, konnte auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 450 m-Sohle im ersten Querschlag zum Gangstück Spatmittel, liegendes Trumm, gemacht werden (Abb. 48). Abb. 47 gibt die Lage des Aufnahmepunktes an. Die Schichten sind nach beendigtem Abbau in die

Gangspalte abgesunken und haben die Mauer annähernd in ihrer ursprünglichen Stellung gelassen. Bis auf eine Entfernung von 3 m vom Gang ist das Gefüge der Mauer zerbröckelt und reißt dort ganz ab. Der Abstand zwischen Mauer und Nebengestein beträgt 0,45 m.

Auf der 400 m-Sohle war im zweiten Querschlag des Gangstückes Spülbütte die Strecke noch bis zur Gangspalte hin befahrbar. Etwa in 5 m Entfernung vom Gang läßt sich ein Absinken der Schichten um 0,40 m feststellen (in Abb. 49 gestrichelt gezeichnet). Auch hier wird der gesamte Schichtenkomplex sich dem Gang zugewandt haben.

Abb. 49.

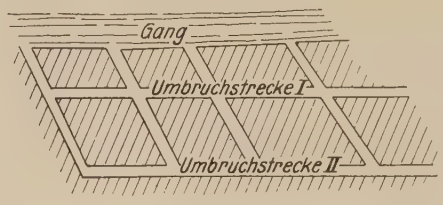


In der für die Beobachtungen verwandten Zeit vom Januar 1931 bis April 1932 konnten keine ähnlichen Erscheinungen in ihrer Entstehung beobachtet werden. Dies liegt daran, daß in den meisten Fällen die Sohlenstrecken nicht mehr bis zur Gangspalte zugänglich sind. Ganz offensichtlich muß es sich in diesen Fällen um das letzte Stadium der Bewegung handeln, daß nämlich nach Aufhören jeden Druckes mit Ausnahme des Eigengewichtsdruckes die gelockerten und jeden Haltes beraubten Nebengesteinschichten in den Hohlraum sinken. Hierhin gehören als Beispiele auch alle Strecken, die nicht mehr befahrbar waren, da hier das Absinken bereits stattgefunden hatte.

Von Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Gangstrecken ist die Art des Versatzes, da grobstückiges Versatzmaterial ohne Bindemittel häufig trotz starker Zusammendrückung sich nicht verfestigt hat und bei Fortnahme des Deckelstoßes und mangelhaftem Streckenausbau großenteils mit nachrutscht und die Schichten des Nebengesteins auf größere Erstreckung freilegt, so daß diese noch weniger Halt haben.

Die Umbruchstrecken, die bis zu 30 m vom Gang entfernt im Liegenden verlaufen, zeigen bei einer solchen Entfernung keine mit dem Abbau zusammenzubringende Veränderung mehr. Hier sind nur die eigenen Entspannungserscheinungen ausschlaggebend, die bereits geschildert sind. Kommt dagegen die Umbruchstrecke zu nahe an den Gang, wie dies auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf der 450 m-Sohle im Gangstück Spülbütte bei der ersten Umbruchstrecke der Fall war, — die Entfernung zwischen Gang und Umbruchstrecke betrug 8 m — so kommt sie in den Bereich der Entspannungszone vom Gang. Die Schichten waren in diesem Falle zu mild, als daß sie den starken Kämpferdruck hätten aushalten können: die Strecke ging zu Bruch (Abb. 50). Erst eine zweite parallel dazu verlaufende Umbruchstrecke in 25 m Entfernung vom Gang war aus dem Bereich der Druckbewegungen, die vom Gang ausgehen, heraus und hielt den Abbau der Sohle aus. Noch heute nach 20 Jahren dient dieselbe als Wasserstrecke. Die inzwischen eingetretene Querschnittsverengung und der erforderlich gewordene Holzausbau sind Veränderungen, an denen der Abbau nicht beteiligt ist, vielmehr treten hier noch Zerstörungserscheinungen seitens des Bismarckschachtes hinzu.

Abb. 50.



Die Beobachtungen auf den einzelnen Gruben ergaben, daß eine Umbruchstrecke, die 20 m vom Gang entfernt liegt, in jedem Falle aus dem Bereich der Abbauwirkungen heraus ist, während bei festem Nebengestein, also den Gruben der Gruppe II[1]), schon 12 bis 15 m Abstand vom Gang die Gefahr des Zubruchgehens der Strecke als Abbaufolge ausschließt.

Trotz der vielseitigen Möglichkeit, das Liegende des Ganges zu untersuchen, ließen sich außer den beschriebenen Druckspannungserscheinungen in ungestörten Gangzonen keine besonderen Feststellungen machen. Die Abb. 51 u. 52 zeigen das stets wiederkehrende Bild. Die Aufnahmen wurden im März 1931 auf der Grube Friedrich-Wilhelm gemacht. Die beigefügten Abb. 51a u. 52a geben die Aufnahmepunkte an. Abb. 51 gibt den Schichtenverlauf auf der 544 m-Sohle im Querschlag 12 auf der linken Seite in 2 m Entfernung vom Gang wieder, während Abb. 52 auf der gleichen Sohle die Verhältnisse im Querschlag 9 auf der rechten Seite in 3 m Entfernung vom Gang zeigt. Es ergibt sich aus den geringen Veränderungen, daß der Gang bei dem Abbau seine Druckwirkungen weniger im Liegenden, als vielmehr im Hangenden zeigt. Trotzdem beweisen die Veränderungen, die die Schächte erleiden, daß auch in größerer Entfernung Bewegungen als Abbaufolge auftreten können.

Abb. 51.

Abb. 51a.

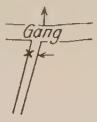


Abb. 52a.

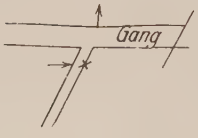
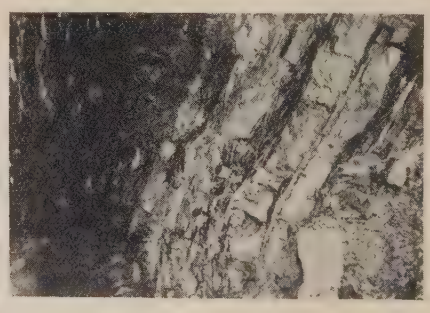


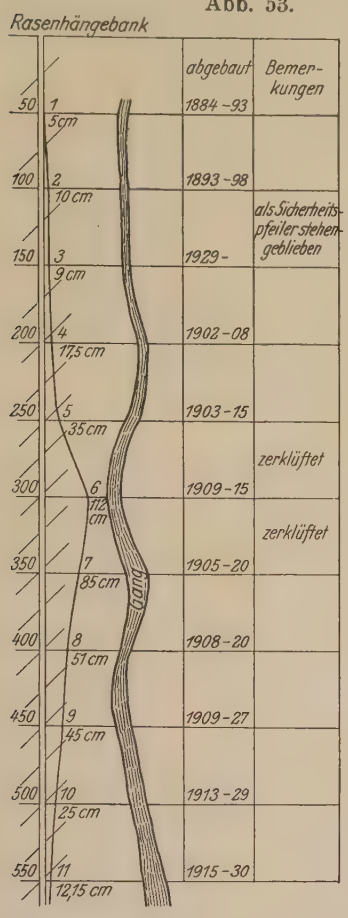
Abb. 52.

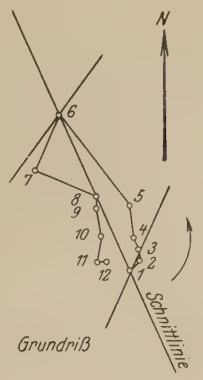


[1]) Vgl. S. 3.

Die stärksten Auswirkungen zeigt auf der Grube Pfannenberger Einigkeit der Bismarckschacht, der bis zur 900 m-Sohle abgeteuft ist (Abb. 53), aber bis zur 450 m-Sohle keine geologischen Störungen durchsetzt. Wenn trotzdem in einer Teufe von 300 m

Abb. 53.

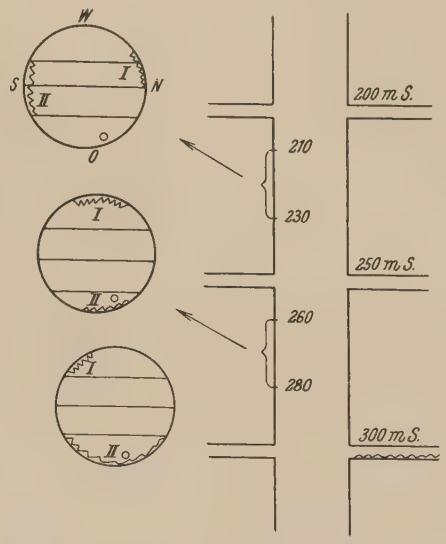




bei einer eigens zu diesem Zweck angestellten Schachtlotung eine Ablenkung aus der Vertikalen des Schachtansatzpunktes auf der Rasenhängebank, der als Festpunkt angenommen war, von $1{,}_{12}$ m festgestellt wurde, so sind offensichtlich besondere Gründe hierfür vorhanden. Bei Betrachtung des Grundrisses und Profils (Abb. 53) sieht man ein in der Nähe einer Lagerstätte sehr häufig zu beobachtendes Bild: Der Schachtmittelpunkt wandert. Bis zur 150 m-Sohle ist eine langsame und gleichmäßige Bewegung auf das Gangstück Spülbütte hin zu erkennen. Von hier aus vergrößert sich dieser Betrag, um zwischen der 250 und 300 m-Sohle das Höchstmaß der Ablenkung zu erleiden. Nun wendet sich die Bewegung wieder und geht mit zunehmender Teufe immer mehr auf den ursprünglichen Schachtmittelpunkt hin. Der miteingezeichnete Gang hält sich für die obersten 230 m in ziemlich gleicher Entfernung vom Schacht, rückt aber bei einer Teufe von 300 m mit zunehmender Mächtigkeit näher heran und entfernt sich nach unten zu wieder mehr von dem Schacht. Der Grundriß zeigt nicht nur eine Horizontalbewegung in NNW bis SSO-Richtung, sondern auch eine solche nach O bis zur 300 m-Sohle und von dort nach W. Im Bereich des Abbaus hatten sich die üblichen Abbauerscheinungen gezeigt. Bei den in direkter Richtung dem Schacht am nächsten gelegenen Abbauen war der Alte Mann zum Versetzen der tieferen Abbaue nicht hereingewonnen worden, dagegen glaubte man, bei einer Gewinnung desselben in den entfernteren Abbauen keine Gefahr für den Schacht sehen zu müssen. Die Schichten verlaufen nun aber von dem Bismarckschacht gerade auf die entfernteren Abbaue, die bei ihrer Entspannung nach den bereits angegebenen Richtlinien den Schacht treffen.

Ganz entsprechend der Abb. 54 zeigen sich die Wirkungen im Schacht. Nicht der gesamte Schachtquerschnitt ist in Mitleidenschaft gezogen, sondern nach Art der Abb. 54 wandern die Bewegungen. Im Laufe der Jahre 1927 bis 1930 zeigten sich an den Schachtstößen Druckwirkungen, die Ausbesserungsarbeiten erforderlich machten. Damals lag der Druck auf der 200 m-Sohle vorwiegend auf

Abb. 54.



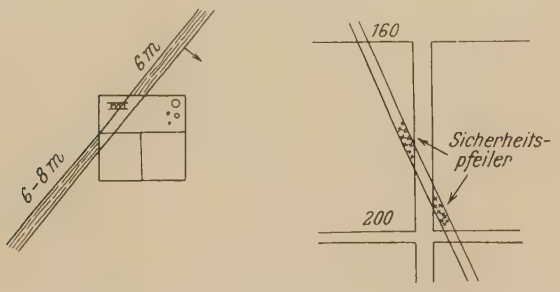
dem nördlichen Teil des Schachtes (I), der Seite, die dem Gang am meisten zugekehrt ist. Auf der 250 m-Sohle war der westliche Schachtstoß (I) beschädigt und auf der 300 m-Sohle zeigte die südliche Füllortseite (I) Zerstörungen. Man erkennt offensichtlich eine spiralförmige Verdrehung des Schachtes. Im Jahre 1931 zeigten sich erneut Bruchstellen im Schacht und zwar wieder zwischen der 200 und 300 m-Sohle. Im zweiten Falle beginnen die Schäden auf der 200 m-Sohle am südlichen Schachtstoß (II) an der Stelle, deren Projektion auf der 300 m-Sohle das Ende der ersten Bewegungsperiode zeigt. Im Süden beginnend wanderten die Schadenzonen II nach Osten und sind auf der 300 m-Sohle fast an dem Punkte angelangt, dessen Projektion auf der 200 m-Sohle den Beginn der ersten Bewegungswelle anzeigt.

Die Tatsache, daß auf den tieferen Sohlen der Schachtmittelpunkt sich immer mehr dem Ausgangspunkt über Tage nähert, beweist, daß eine Reihe von Jahren erforderlich ist, bis die Wirkungen des Abbaus sich im Schacht zeigen, da bei dem Weiterteufen der Mittelpunkt des Schachtes auf der jeweils tiefsten Sohle sich mit dem an der Rasenhängebank deckt. Die den Schacht treffenden Kräfte treten zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Richtung auf. Die erste Periode tritt ein, wenn die Trompetersche Zone um die Abbaue so groß geworden ist, daß der Kämpferdruck auf den Schacht gelenkt wird. Kommt nach einigen Jahren die Trompetersche Zone der Abbaue der tieferliegenden Sohle ebenfalls in die Nähe des Schachtes, so ist es verständlich, daß an ihrem Rande der Kämpferdruck erneut auf den Schacht wirkt.

Nähert sich ein Gang einem Schacht oder schneidet er denselben sogar, wie es auf der Grube Große Burg bei Altenseelbach und auf Eisenzecher Zug zutrifft, sprechen andere Momente für eine Ab-

lenkung des Schachtes aus dem Lot mit. Auf der Grube Große Burg setzt der Lohmanngang zwischen der 160 und 220 m-Sohle durch den Schacht durch. In der betreffenden Zone weicht der Schacht bis zu 0,42 m aus der Lotrechten ab. Der Schacht ist in der Einfallrichtung des Ganges abgelenkt (Abb. 55). Der stehengelassene Sicherheitspfeiler

Abb. 55.



beträgt 6 bis 8 m. Zwischen der 630 und 680 m-Sohle setzt der Gang ebenfalls durch den Blindschacht hindurch, doch hat man hier einen Sicherheitspfeiler von 10 m gelassen, so daß bisher noch keine Schäden festgestellt werden konnten. Der Abbau ist auf dieser Sohle noch nicht beendigt.

B. Das Verhalten der Abbaue bei flacherer oder mittlerer Lagerung und ungestörten Gang- und Nebengesteinsverhältnissen.

a) Beobachtungen im Gang.

Für die Betrachtung des Verhaltens der Abbaue bei flacherer Lagerung kommt nur die Grube Bautenberg bei Unterwilden in Frage. Hier sind einmal infolge der Mächtigkeit einzelner Gänge, dann aber überwiegend infolge des Einfallens der Gänge, das zwischen 45° und 55° schwankt, die Gefahren des Hereinbrechens der Gangausfüllung und des Hangenden besonders groß. Da das Einfallen dieser Gänge das geringste der Siegerländer Gänge ist, wurde diese Lagerung als flache Lagerung bezeichnet.

Ein grundlegender Unterschied zwischen den Druckwirkungen bei steiler und flacher Lagerung ist der, daß bei der flachen Lagerung keine Trennung zwischen den drei verschiedenen im Abbau bei steiler Lagerung festgestellten Zonen erkannt werden kann. Vielmehr ist hier schon gleich beim Auffahren der Gangstrecke die Gefahr vorhanden, daß sich größere Platten in der Firste lösen. Der Hauptgang, der auf der 870 m-Sohle der Grube Bautenberg z. Z. mit ungefähr 4 m Mächtigkeit überfahren wird, zeigt schon in einer Höhe von 3 m über der Sohlenstrecke Ablösungsflächen ganz entsprechend denen, die auf der Grube Pfannenberger Einigkeit erst nach neunmonatlicher Einstellung des Betriebes erkannt werden konnten. Man ist daher auf der Grube Bautenberg gezwungen, den Streckenausbau gleich dem Ueberfahren des Ganges folgen zu lassen. Bei geringer bis mittlerer Mächtigkeit werden die Strecken ganz am Liegenden angesetzt und den Rollen eine dem Einfallen entsprechende Richtung gegeben. Auf der 820 m-Sohle ist der Abbau inzwischen etwa 8 m über die Sohle hochgekommen und zeigt dort ganz das Bild, wie man es auf den Gruben mit steilem Einfallen in der Zone II findet, nur sind hier die Wirkungen noch stärker insofern, als schon bei ganz geringer Höhe über der Sohle aus dem Hangenden Bergelasten von mehreren m^3 Größe bis zu 2 m Stärke herausbrachen und den schon von dem ersten Stoß an eingebrachten Ausbau zerstören oder gegen das Liegende drücken. Im Abbau III des Hauptganges zeigten sich die in Abb. 56 u. 57 wiedergegebenen Verhältnisse. Eine dieser beiden Arten von Druckwirkungen konnte in allen befahrenen Abbauen erkannt werden.

Abb. 56.

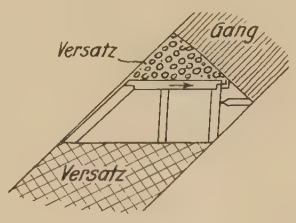
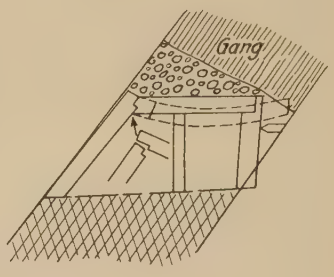


Abb. 57.



Da die Druckwirkungen schon bei wenigen Metern Abbauhöhe in solch krasser Weise zum Ausdruck kommen, muß man der Abbauzone II eine wesentlich größere Ausdehnung zuschreiben auf Kosten der Abbauzone I, die entsprechend kleiner wird.

Auch in der Zone III läßt sich der Ausbau nicht sparen. Die gesamte Gangausfüllung ist nicht nur zermürbt, sondern ganz zerschlagen und bricht ständig nach.

Die Sprengstoffkosten weisen hier eine gewisse Gleichmäßigkeit auf und schwanken zwischen 0,8 bis 1 ℳ. Ungewöhnliche Schwankungen im Sprengstoffverbrauch stehen in keinem Zusammenhang mit irgendwelchen gesetzmäßigen Gebirgsbewegungen als Abbaufolge, sondern sind lediglich durch das Zerkleinern anfallender großer Lasten bedingt.

Als der Gang auf der 600 m-Sohle die ungewöhnliche Mächtigkeit von 8 bis 12 m hatte, war eine gleichzeitige Gewinnung der Gesamtmächtigkeit nicht mehr möglich. Man wandte hier den Scheibenbau an, der schon oben kurz geschildert wurde[1]). Da auch hier das Einfallen nur 50° betrug, machte das Nachführen der Rollen der liegenden Scheibe erhebliche Schwierigkeiten. Man brach häufig neue Rollen im Liegenden durch das Nebengestein, die in einer Höhe von 15 bis 20 m, wo die ursprünglichen Rollen für die Weitergewinnung verloren gingen, den Gang erreichten und dann auf dem Liegenden hochgeführt wurden. Im Abbau selbst bereitete die Gewinnung der liegenden Scheibe keine Schwierigkeit, vielmehr konnte häufig sogar der Holzausbau gespart werden. Der Grund ist darin zu suchen, daß der als Hangendes dienende Eisenstein der Scheibe II einen festeren Halt bot als die milden Tonschieferschichten. Hier ist die einzige Verwandtschaft mit Gängen steiler Lagerung festzustellen, da bei höherkommendem Abbau eine Zunahme der Brüchigkeit des Eisensteins erkennbar war. Eine Zone III hat sich nach Angaben der Betriebsleitung nicht feststellen lassen. — Das Verhalten der Scheiben II und III entsprach dem der normalen Abbaue der Grube: Es mußte vom ersten Stoß über der Sohle bis zur Schwebe verbaut werden.

[1]) Vgl. S. 2.

Besonders interessant war bei Beobachtung der Abbaue das Verhalten des Versatzes, zu dem die in der Aus- und Vorrichtung sowie beim Abteufen des Schachtes gewonnenen Berge verwandt wurden. Da häufig die Rollen der liegenden Scheibe beim Abbau der Scheibe II gesucht wurden, mußten durch den Versatz regelrechte Oerter bis zu 3 m Länge auf die Rollen zu getrieben werden. Der Versatz stand infolge der Absenkung des Hangenden so fest wie frisches Gebirge und brauchte durch keinen Ausbau gestützt zu werden. Er war ein Teil der Trompeterschen Zone und zugleich ein Schutzmantel gegen eine Druckwirkung aus dem Liegenden. Die festesten Stellen waren um die Rollen anzutreffen, was seinen Grund darin hat, daß hier nur das feinkörnige Material genommen wurde. Begünstigt wurde die Verfestigung noch durch die Feuchtigkeit.

Der Abbau brachte es mit sich, daß an einer Stelle im Hauptgang zwischen der 480 bis 520 m-Sohle eine Mittelstrecke aufgewältigt werden mußte, die in Brand geraten war. Da dabei die Fahrung zu dieser Mittelstrecke teilweise zerstört war, mußte durch den Versatz eine neue Fahrung hochgebracht werden, was ohne alle Schwierigkeiten geschah, obwohl durch den Brand der ganze Versatz ausgetrocknet war. Die alte Mittelstrecke konnte wieder benutzt werden, nachdem der Ausbau erneuert war. Vor dem Brand hatte dieselbe 4 Jahre gestanden. Sie war wohl stark zusammengedrückt worden, hatte auch zum Teil neu verbaut werden müssen, aber sie erfüllte noch ihren Zweck. Infolge der Mächtigkeit des Ganges wird der eingebrachte Versatz ein hinreichend starker Puffer zur Aufnahme des Gebirgsdruckes gewesen sein. Im übrigen müssen alle Strecken und Fahrungen im Laufe der 7 Jahre, die für den Abbau einer Sohle gerechnet werden, mindestens einmal vollständig erneuert werden.

Das Verhalten der Stürzrollen dem Gebirgsdruck gegenüber ist in den einzelnen Abbauhöhen ebenfalls verschiedenartig. Die ersten 5 m über der Sohlenstrecke halten, trotzdem sie am stärksten beansprucht werden, am besten. Mit zunehmender Höhe verengt sich der Querschnitt immer mehr. Rollen, die mit $1{,}_2$ bis 1 m Durchm. angesetzt waren, haben nach 2 bis 3 Jahren bei einer Höhe von 12 bis 15 m nur noch 70 cm Weite und werden häufig in den letzten Metern unter der oberen Sohle so klein, daß nur noch faustgroße Stücke hindurchgehen.

Zusammenfassend ergibt sich für die Gänge mit flacherem Einfallen: Die Ausdehnung der Zone I ist geringer als bei Gängen mit steiler Lagerung, dafür beginnt die Zone II entsprechend früher. Die Gänge werden schon beim Abbau der ersten Stöße von einem so starken Kämpferdruck getroffen, daß eine Zerstörung der Gangausfüllung eintritt. Die Entspannung schreitet hier erheblich schneller fort, als bei Gängen mit steilem Einfallen, wodurch der Kämpferdruck höhere Stellen im Gang trifft, während bei steiler Lagerung der Druck vor allem die Stoßkanten unter dem Hangenden trifft. Die starke Zusammenpressung und Verfestigung des Versatzes läßt auf ein starkes Absinken des Hangenden schließen.

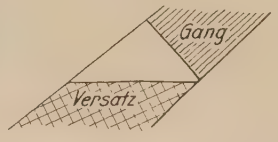
b) Beobachtungen im Hangenden.

Die Nebengesteinschichten bestehen auf der Grube Bautenberg aus dem gleichen Material wie auf den übrigen Gruben: Grauwacke und Tonschiefer. Die Schieferungsflächen verlaufen auch hier fast parallel zum Gangstreichen. Es wurden Schnittwinkel zwischen Gang- und Nebengestein gemessen, die zwischen 6 und 10° schwankten. Wenn hier größere Lasten hereinbrechen, so erklärt sich das ohne weiteres daraus, daß zu den Druckbewegungen als Abbaufolge noch die Eigengewichtsspannungen hinzu kommen, die in ihrer Richtung ebenfalls auf den Gang weisen. Entscheidend ist in jedem Fall die Lage der Absonderungsflächen. Es ist ebenso verständlich, daß das Hangende nach Erkennung dieser erhöhten Bruchwirkungen nach Möglichkeit unverritzt gehalten wird und daß man alle Sohlenstrecken, falls nicht wichtige Gründe dazu zwingen, in das Liegende des Ganges verlegt. Aus diesem Grunde konnten keine Beobachtungen in hangenden Strecken gemacht werden. Wenn man das Maß der erhöhten Druckbewegungen als Abbaufolge, wie man es bei einem Vergleich der Gänge mit flachem und steilem Einfallen findet, auch auf die Schichten des Nebengesteins überträgt, so muß die Auswirkung der Gebirgsbewegungen ebenfalls sehr viel weiter reichen, als bei Gängen mit steilem Einfallen. Eine Grenze konnte nicht ermittelt werden.

c) Beobachtungen im Liegenden.

Aeußerlich betrachtet, besitzen die Grauwackeschieferschichten des Liegenden eine sehr viel größere Festigkeit als die des Hangenden. Da man bei dem Abbau die Firste nicht horizontal halten kann, um ein Hereinbrechen der Partien aus dem Hangenden zu vermeiden, sondern den Eisenstein bei den einzelnen Abbaustößen nur so weit fortnimmt, daß er nach dem Versetzen des tieferen Stoßes am Liegenden bis an die Abbausohle reicht, ist eine Beobachtung des Liegenden des Ganges im Abbau nur sehr selten möglich (Abb. 58). In allen Fällen, wo dies bei den Befahrungen möglich war, konnte kein abweichendes Verhalten gegenüber den Gängen mit steilem Einfallen festgestellt werden.

Abb. 58.

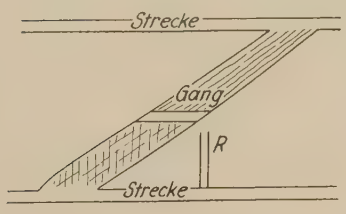


Anders ist es bei den Strecken, die in verschiedener Entfernung im Liegenden aufgefahren werden. Man erkannte selbst bei den ganz neu aufgeschlossenen Sohlen in unmittelbarer Nähe des Ganges bis zu einer Entfernung von 6 m eine Zerdrückung der Schichten. Hier stellte man die Bewegungen, die man bei Gängen mit steiler Lagerung erst nach mindestens fünf Jahren erkennen konnte, bereits im ersten Jahre fest. Auch die Streckenfirsten — und das ist wohl der wesentlichste Unterschied gegen die übrigen Gruben — zeigten bis hinunter zur 870 m-Sohle sogar bei rechtwinkligem Schnitt der Schichten durch die Sohlenstrecken in der Zone des Kämpferdruckes eine Zertrümmerung und gegenseitiges Loslösen der Einzelschichten voneinander. Je nach der Höhe des Abbaus auf den verschiedenen Sohlen waren diese Erscheinungen bis zu 20 m söhlig ins Liegende hinein zu verfolgen.

Auf der 820 m-Sohle wurde ein Ueberhauen angetroffen, das 20 m im Liegenden des Ganges hochgebrochen wurde, um als Rolle ausgemauert zu werden. Der Gang war noch nicht erreicht,

vielmehr hatten die Arbeiten den in Abb. 59 wiedergegebenen Stand erreicht. Während bei den untersten Metern in dem Ueberhauen bis zu 5 m über der Sohle entspanntes Gebirge angetroffen wurde, verfestigten sich die Schichten bei weiterem Fortschritt der Arbeiten. Aehnlich erkennt man die Begrenzung der Trompeterschen Zone bei einem Stand des Abbaus 20 m über der Sohle in den Sohlenstrecken bis zu 20 bis 22 m in horizontaler Erstreckung.

Abb. 59.



Die ganz am Liegenden des Ganges angesetzten Gangstrecken zeigen schon bei den ersten Metern Abbau eine starke Zerdrückung, die zweifellos daher rührt, daß der am Rande der Trompeterschen Zone auftretende Kämpferdruck starke Horizontalwirkungen hervorruft, die zu einer Zerstörung des Ausbaus führen. Häufig muß derselbe schon sehr bald erneuert werden, hält dann aber, nachdem der Entspannungsmantel groß genug geworden ist, die noch auftretenden Druckwirkungen aus und braucht nur noch erneuert zu werden, wenn infolge „Stockens" das Holz die Eigengewichtsspannungen nicht mehr aushalten kann.

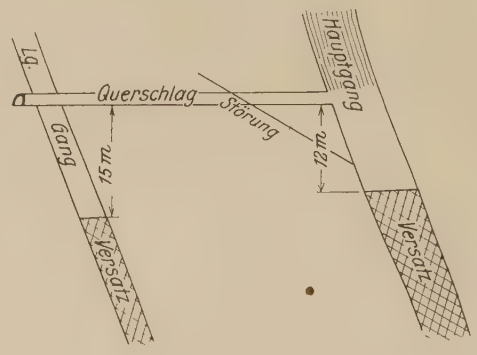
Im übrigen entsprechen die Entspannungsvorgänge ganz denen der Gänge mit steiler Lagerung.

C. Das Verhalten der Abbaue bei gestörten Gang- und Nebengesteinverhältnissen.

Die Gebirgsbewegungen werden häufig durch geologische Störungen beeinflußt. Auf der Grube Stahlseifen - Heinrichsglück konnte man seit Januar 1931 auf der 460 m-Sohle im 4. Querschlag östlich zum Hauptgang eine durch eine Störung bedingte gebirgsbewegende Veränderung feststellen. Das Einfallen der Schichten beträgt 65°, das der Störung 32°. Diese reicht bis an den Gang (Abb. 60). Die im Liegenden der Kluft befindliche Bergepartie steht jetzt im Bereich der Entspannung des Liegenden Ganges und ist an der Störung innerhalb von drei Monaten um 25 cm abgesunken. Als besonderer Nachteil für den Abbau zeigte sich eine wesentliche Verschlechterung des Hangenden und Liegenden. Der Abbau ging zur Zeit der Beobachtung im Liegenden Gang 15 m, der im Hauptgang 12 m unter der Sohle um. Durch die Störung wird der Zusammenhang der Gebirgsschichten gelöst und bei der gegenseitigen Reibung Letten erzeugt.

Wie stark der Einfluß der geologischen Störungen ist, zeigt die Verwerfung, welche auf der 410 m-Sohle im Bereich des Westganges verläuft (vergl. dazu

Abb. 60.



die Abb. 61 bis 63). Mit fortschreitendem Abbau löste sich der dem Gang benachbarte Gebirgsteil immer mehr und rutschte, wie aus der Wellenform in dem entstandenen Hohlraum geschlossen werden kann, um das durch Kreidestriche markierte Stück, etwa 1,3 m nach dem Westgang zu ab, der nur 7 m im Hangenden der Störung liegt. Da im Liegenden Grauwackeschiefer und im Hangenden Tonschiefer ansteht, muß man aber auch auf erhebliche tektonische Verschiebungen schließen. Auf der 460 m-Sohle ist das Aufklaffen der Kluft noch nicht so weit fortgeschritten, vielmehr gewinnt man hier den Eindruck, als hätten die Bewegungsvorgänge noch keinen Abschluß gefunden.

Wie mit zunehmender Festigkeit der Nebengesteinschichten die Auswirkungen sich in gestörten Zonen vergrößern, konnte auf der Grube Eisenhardter Tiefbau auf der 9. (500 m-)Sohle in der Umbruchstrecke nach Norden an der Stelle erkannt werden, wo der Theatergang durch eine Verwerfung von dem Gangstück Alte Birke getrennt wird. Hier sind auf eine Ausdehnung von 20 m zu beiden Seiten der Kluft die Schichten vollständig zerdrückt und einzelne Schichten um 80 cm in den Streckenhohlraum hineingedrückt worden. Die Entfernung vom Gang beträgt 8 m. Da die Strecke

Abb. 61.

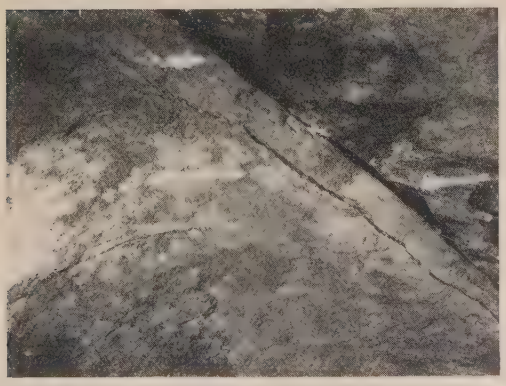


Abb. 63.

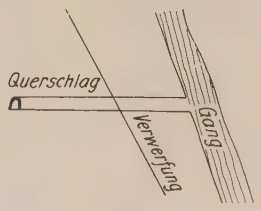
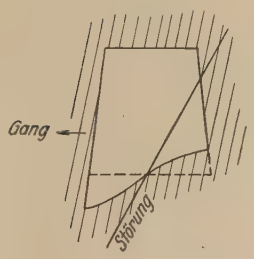


Abb. 62.

im Hangenden des Ganges verläuft, ist die Wirkung deutlicher erkennbar. Ganz entsprechend waren die Druckfolgen an einer den nördlichen Teil des Ganges versetzenden Störung, sowie bei dem Gangstück Erzgang, nur daß in letzterem Falle ein Quellen der Sohle in nicht so starkem Maße beobachtet werden konnte.

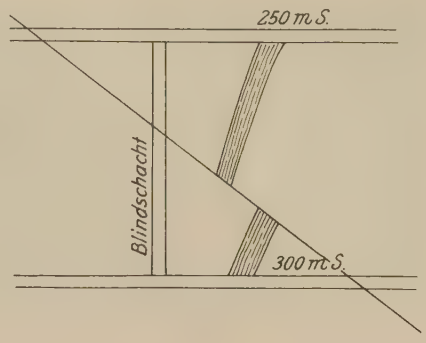
Das Quellen der Sohle ist häufig eine Begleiterscheinung in gestörten Gangzonen, so auf der Grube Pfannenberger Einigkeit auf allen Sohlen von der 250 m-Sohle abwärts bis zur 450 m-Sohle im Bereich der Störung um das Gangstück Spatmittel, liegendes Quertrumm. Man erkennt hier nebeneinander, aber zugleich voneinander getrennt, ein Quellen der Sohle und ein Absinken der Schichten zum Gang hin. Auf der 250 m-Sohle sind im Bereich dieser Zone die gesamten Schichten zerdrückt und die milden Schichten aus dem Gesteinsgefüge herausgepreßt worden. In der Höhe der Streckenfirste ist der Gebirgskeil abgerissen und muß sich zum Gange hin losgelöst haben. Es klaffen Risse von 2 bis 5 cm Weite. Auf der 300 und 350 m-Sohle sind die Schichten verbogen und die Sohlen bis zur Mitte stark gequollen (Abb. 64). Die andere Seite ist zum Gang hin um 50 cm abgesunken. Hier wird die abgebaute Lagerstätte die Ursache für das Absinken der Schichten gewesen sein. Das Quellen der Streckensohle ist eine Folge des wirksamen Kämpferdruckes. Die Abb. 65 und 66 lassen die Verbiegung der Schienen und das Herauspressen der Schwellen aus der Sohle erkennen. Sie geben die einander entsprechenden Verhältnisse auf der 400 und 450 m-Sohle wieder.

Abb. 64.



Schließlich ist die Gebirgsschichtenverschiebung auf der Grube Freier Grunder Bergwerksverein zwischen der 250 und 300 m-Sohle als Abbaufolge zu erwähnen. Dort geht zwischen den angegebenen Sohlen eine Störung durch den Blindschacht, die die obere Gebirgspartie auf den Gang zu hat abrutschen lassen. Während unterhalb der Verwerfung alles in Ruhe geblieben ist, ist der oberhalb der Störung befindliche Teil des Blindschachtes so weit aus seiner normalen Lage verschoben, daß dort nur noch ein Trumm fahrbar ist und das zweite Trumm nur noch Platz für den Durchgang des Seiles läßt. Da der Schachtquerschnitt auch jetzt noch eine Veränderung erleidet, muß die Bewegung als nicht abgeschlossen betrachtet werden (Abb. 67).

Abb. 67.



Im Zusammenhang hiermit seien weitere Gebirgsbewegungen in Schächten als Abbaufolge bei gestörten Gang- und Nebengesteinverhältnissen aufgeführt. Auf der Grube Bautenberg ist besonders auf der 680 m-Sohle die Druckwirkung um den Schacht ziemlich groß, da der Liegende Gang bis auf 10 m an den Schacht herankommt und dort

Abb. 68.

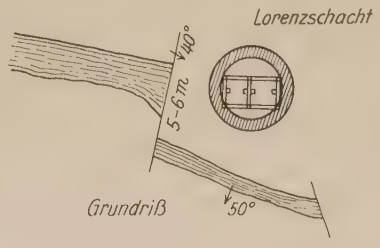
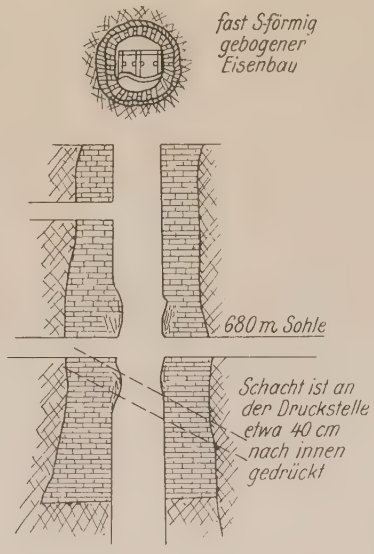


Abb. 65.

Abb. 66.



durch einen Sprung nach dem Schacht zu verworfen wird (Abb. 68). Bis zu etwa 7 m über und 5 m unterhalb der 680 m-Sohle ist ein Teil der Einstriche fast ∼ förmig verbogen. Die Schachtmauerung ist an der Druckstelle 0,4 m nach innen gedrückt. An dieser Stelle muß der Ausbau fast alle

2 Jahre neu gelegt werden, da innerhalb dieser Zeit die Einstriche bis zu 30 cm aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben werden. Die Wirkungen zeigen sich vorwiegend auf der der Störung zugewandten Seite. Im Füllort und den Strecken um den Schacht sind recht starke Betonpfeiler errichtet (Abb. 69).

Abb. 69.

Der Streckenquerschnitt beträgt dort nur noch $1{,}2 \times 1{,}8$ m gegen 5×3 m. Zur Milderung der noch nicht beendeten Druckbewegungen erneuert man beim Auswechseln des Mauerwerks und der Einstriche auch den hinter der Mauer befindlichen Bergepuffer.

Auf der Grube Pfannenberger Einigkeit liegt der abgeworfene Alte Maschinenschacht in unmittelbarer Nähe der Störung, die die Gangstücke Spülbütte und Spatmittel trennt, und die sehr steil einfällt. Das Gangstück Spatmittel, Liegendes Quertrumm, verläuft annähernd parallel zu dieser Kluft. Da die Gänge von der 100 m-Sohle abwärts bis zur 450 m-Sohle die verschiedensten Formen zeigen, — auf der 200 m-Sohle liegen die drei Hauptgangstücke fast konzentrisch um den Schacht herum — auch ihre Streich- und Einfallrichtung verschiedentlich ändern und erst von der 450 m-Sohle abwärts eine ziemlich gleichmäßige Ausbildung zeigen, sind die Ursachen der Gebirgsbewegung schwer zu klären. Der Gang ist überall bis nahe an den Schacht hin abgebaut. Schon vor 10 Jahren wurde der Alte Maschinenschacht abgeworfen, da sich allseitige Druckwirkungen zeigten. Um die Wetterführung der Grube zu verbessern, sollte im Jahre 1927 der Schacht ausbetoniert und als ausziehender Wetterschacht neben dem Bismarckschacht benutzt werden. Dabei zeigte sich, daß schon unterhalb der 200 m-Sohle, wo Gang und Kluft dem Schacht am nächsten kommen, schwere Zusammenbrüche erfolgt waren, die eine Aufwältigung nicht lohnend erscheinen ließen. Man beschränkte sich daher auf ein Betonieren von der 200 m-Sohle an aufwärts. Bei den Arbeiten zeigte der nördliche Stoß erheblich größere Bewegungen als die übrigen Seiten. Da hier die Kluft verläuft, war diese sicherlich an den Bewegungen beteiligt. Nachdem bereits 80 m betoniert waren, wurde eines Tages bei dem Anfahren der Belegschaft bemerkt, daß ohne weitere vorherige Anzeichen der ganze Schacht infolge des auf den Betonausbau wirkenden Gebirgsdruckes allseitig zusammengebrochen war. Bestimmt hat die Störung bei dem Zubruchgehen eine ausschlaggebende Rolle gespielt.

Die aufgeführten Beispiele sind ein Beweis, daß auf den Störungen die Entspannungen nicht immer in normaler Weise vor sich gehen. Die Störungen im Abbau bilden häufig einseitige Begrenzungsflächen der Gebirgsbewegungen und äußern sich dann durch das Absinken in vorhandene Hohlräume, während das Quellen der Schichten in die Streckenhohlräume eine Folge des Kämpferdruckes ist.

Auch die Lebensdauer der Schächte kann wesentlich durch den Abbau und geologische Störungen beeinflußt werden. In ungestörten Zonen sind vor allem die Streich- und Einfallrichtung der Nebengesteinschichten der Gänge und die Lage der Schächte zu den Trompeterschen Zonen der Abbaue maßgebend für die Art und Größe der Schäden in den Schächten. Dagegen führen die geologischen Störungen vornehmlich zu einem Absinken des hangenden Gebirgskörpers, wenn nach Antreffen der gleichen Störungen in den Abbauen dem Gebirgskörper die Gelegenheit zum Absinken gegeben ist. Solange die Störung im Abbau noch nicht berührt worden ist, zeigen sich die allgemeinen gebirgsbewegenden Veränderungen (Quellen der Stöße usw.) in verstärktem Maße.

Zeitlich lassen sich die Wirkungen insofern voneinander unterscheiden, als die Wirkungen in ungestörten Zonen langsamer vor sich gehen als in gestörten Zonen. Das Einfallen der Störung ist für die Größe der auftretenden Schäden von wesentlicher Bedeutung.

3. Folgerungen aus den gemachten Beobachtungen.

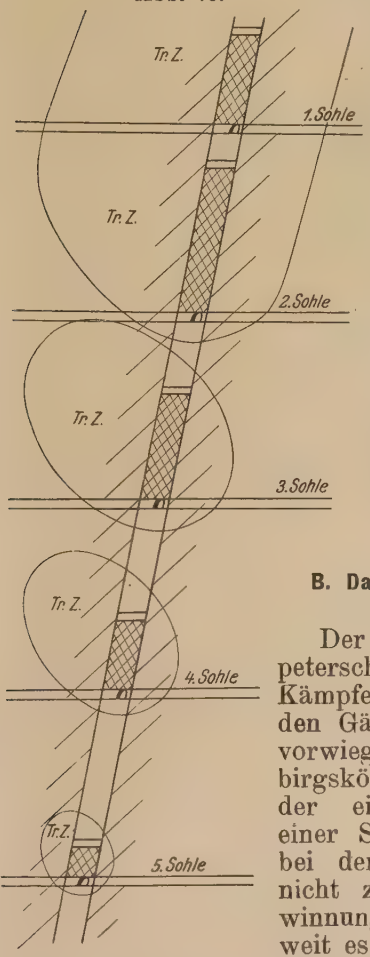
A. Ausbildung und Form der Trompeterschen Zone.

Die im Abbau und als dessen Folge im Nebengestein gemachten Beobachtungen berechtigen zu verschiedenen Schlüssen. Wie man bei Strecken in frischem Gebirge die Ausbildung einer Trompeterschen Zone um den Streckenhohlraum erkennen konnte, ist dies im Abbau und dessen Umgebung auch der Fall. Es war in den vorigen Abschnitten davon die Rede, daß man bei den Gängen mit steilem Einfallen auf der über dem Abbau befindlichen Sohlenstrecke bei einer Höhe des Abbaus von 20 m unter der oberen Sohle in 20 m Entfernung im Hangenden die ersten Wirkungen des Abbaus erkennen kann. Mit zunehmender Abbauhöhe nähern sich diese dem Gang immer mehr. Dieser Punkt ist eine Begrenzungsstelle der Trompeterschen Zone. Es war weiter festgestellt worden, daß auf der unter dem Abbau liegenden Sohle in den Strecken die Entspannung ziemlich gleich weit ins Hangende und Liegende in horizontaler Erstreckung sich verfolgen ließ. Die Entfernung schwankte hier zwischen 6 und 10 m. Im Abbau selbst wurde die Entspannung bei hinreichend langem Stillstand des Abbaus (etwa drei Monate) einmal an der Durchbiegung der Schichten gleich in den ersten Tagen nach Entstehen des Hohlraumes, dann aber auch an dem Ablösen von Partien des Nebengesteins und Zertrümmerung des Ganges erkannt. Ferner war der als Zone III im Abbau bezeichnete Rest, die sog. Schwebe, in einer seigeren Höhe von 5 bis 6 m im Bereich der Entspannungszone. Aus diesen Merkpunkten läßt sich für die Trompetersche Zone die in Abb. 70 wiedergegebene Form konstruieren. Es ergibt sich auch für die Abbaue eine Ellipsenform, deren Längsachse annähernd senkrecht auf den Schieferungsflächen des Nebengesteins steht. Die Erstreckung

reicht aus den bereits früher gekennzeichneten Gründen weiter in das Hangende als in das Liegende. Daß die kleine Ellipsenachse größer ist als bei Strecken, rührt von dem wesentlich größeren Hohlraum her, der durch den Abbau des Ganges geschaffen worden ist.

Bei den Gängen mit flachem Einfallen muß notgedrungen auch die Lage der Trompeterschen Zone zu den Sohlenstrecken anders sein. Es waren hier die starken Wirkungen im Hangenden, aber auch in den Strecken im Liegenden auf erheblich größere Entfernungen bis zu 20 m und mehr erkannt worden. Die Ausdehnung in das Hangende ließ sich nicht beobachten, doch dürfte die Annahme, daß auch hier wieder eine Ellipsenform entsteht, deren Längsachse senkrecht auf den Schichten des Nebengesteins steht, zutreffen, da sich bei ganz entsprechender Konstruktion der Kurve im Liegenden auf eine größere Entfernung die Entspannungen zeigen, als dies bei Gängen mit steilem Einfallen der Fall war.

Abb. 70.



B. Das Verhalten des Kämpferdruckes.

Der am Rande der Trompeterschen Zone auftretende Kämpferdruck zeigt sich bei den Gängen des Siegerlandes vorwiegend im hangenden Gebirgskörper. Bei Betrachtung der einzelnen Abbaustadien einer Sohle glaubt man, ihn bei den ersten 30 m Abbau nicht zu finden, da die Gewinnung sich, wenigstens soweit es die Gänge mit steilem Einfallen betrifft, ohne besondere Schwierigkeiten betreiben läßt. Die Tatsache aber, daß bei einem Abbau zweier parallel verlaufender Gänge der im Abbau vorauseilende Gang stärkere Bruchwirkungen zeigt, daß ferner schon das Vorauseilen eines Einzelabbaus vor den übrigen Abbauen oder das Zurückbleiben eines Abbaus in diesem besondere Druckwirkungen mit sich bringt, beweist, daß auch hier schon ein Kämpferdruck vorhanden ist. Man erkannte auch, daß bei parallel verlaufenden Gängen der vorauseilende Abbau den zurückbleibenden entspannt, was sich durch erhöhten Sprengstoffverbrauch bei der Gewinnung desselben zeigt. Der Kämpferdruck hat bei einem gleichmäßig betriebenen Abbau in Zone I nicht die zur Zerstörung des Ganges erforderliche Kraft, da er auf eine zu große Fläche verteilt ist. Bei den Gängen mit flachem Einfallen wirken sowohl Kämpferdruck als auch Eigengewichtsspannungen zusammen auf den Gang und führen schon in der Zone I zu einer Zerstörung des Ganggesteins.

Anders wird es, wenn der Abbau in den Bereich der Zone II kommt. Die Trompeterschen Zonen zweier übereinanderliegender Sohlen nähern sich immer mehr und geben in dem noch nicht entspannten Stück dem Kämpferdruck eine direkt auf den Gang zeigende Richtung. Er wird jetzt so stark, daß das Ganggefüge dem Druck nicht widerstehen kann und schalenförmig abplatzt.

Wenn die Abbauzone III erreicht wird, gehen die Trompeterschen Zonen zweier benachbarter Sohlen ineinander über. Der Kämpferdruck wird dann auf dem Außenrand der nun entstandenen großen Trompeterschen Zone abgeleitet. Hierdurch erklärt sich die Tatsache, daß die Zone III wieder ohne Schwierigkeiten betrieben werden kann.

V. Praktische Ausnutzung der gemachten Beobachtungen.

1. Im Abbau.

Nutzt man die Erfahrungen aus, so ergeben sich folgende Richtlinien für einen vorteilhaft betriebenen Abbau: Die Abbaue einer Sohle werden zweckmäßig auf einer Höhe gehalten. Die gleichmäßige Durchbiegung der Nebengesteinschichten (Absenkung des Hangenden) führt dann im allgemeinen zu Spannungen an der Stoßkante, die die Hereingewinnung begünstigen. Je flacher das Einfallen des Ganges wird, desto größer wird der auf die Stoßkante wirkende Kämpferdruck. Recht hohes und beschleunigtes Verfüllen der entstandenen Hohlräume gehört zu den Voraussetzungen der wirksamen Bekämpfung der entstehenden Abbauschäden.

Verlaufen verschiedene Gangtrümmer parallel zueinander, so ist es ratsam, den Kämpferdruck dadurch nutzbringend zu verwenden, daß man die Abbaue stets auf einer Höhe hält, da schon Höhenunterschiede von ein bis zwei Stößen zur Entspannung und damit zur Verfestigung des nachgebauten Gangstückes führen.

Als zweckmäßigste Höhe hat sich auf Grund der Untersuchungen ein Sohlenabstand von 60 m herausgestellt, wenn dem Mauern der Rollen die nötige Beachtung geschenkt wird und das Einfallen des Ganges gleichmäßig steil ist. Hierbei tritt gegenüber den üblichen 50 m außer der Ersparnis der Aus- und Vorrichtungsarbeiten sowie der Instandhaltung einer Sohle nach jeder 5. Sohle noch der Vorteil ein, daß gleichzeitig die Gefahr- und Bruchzone II einmal weniger abzubauen ist. Ausschlaggebend bleibt aber trotz der genannten Vorzüge die Möglichkeit, die Rollen 60 m hochzubringen. Der Bau einer Mittelstrecke ist vom betrieblichen Standpunkt aus betrachtet so nachteilig, daß man nur bei zwingenden Gründen sich zum Bau einer solchen entschließen wird.

Ein Versuch, den Kämpferdruck durch bewußte Leitung auf einen sehr festen Abbaustoß zu lenken, um den Druck zur Zermürbung der sehr festen Gangausfüllung auszunutzen, wird in jedem Falle nachteilige Wirkungen zeigen. Da sich vom Stoß schwere Platten lösen, die die Sicherheit der Leute gefährden und die alle einzeln gesprengt werden müssen, ist kein Gewinn an Zeit oder Sprengstoff, ebensowenig eine Leistungssteigerung zu erwarten. Das Bestreben muß sein, den Kämpferdruck möglichst abzuwenden.

Eine in früherer Zeit sehr beliebte und auch heute noch in Anwendung befindliche Versatzmethode ist die Wiedergewinnung des Alten Mannes und Absturz desselben in die oberen Abbaue der nächsttieferen Sohle. Wenn man sich auch heute durchweg auf die Gewinnung des Alten Mannes nur in entfernter liegenden Abbauen beschränkt, so seien doch kurz die Gefahren dieser Versatzmethode gestreift. Nur ganz selten hat sich der Versatz noch nicht so weit verfestigt, daß er ohne Schießen gewonnen werden kann. Der Versatz und die entspannten Nebengesteinschichten können jetzt wieder Druck aufnehmen und übertragen. Bei Gewinnung des Alten Mannes entsteht innerhalb der Trompeterschen Zone I eine weitere Trompetersche Zone II, entsprechend auch ein neuer Kämpferdruck. Dieser muß im Laufe der Jahre zu einer Auswirkung kommen und zwar durch das Abdrücken der Schichtenteile, die dem Hohlraum am nächsten liegen. Die Bewegungen breiten sich bis an die Grenze der Entspannungszone I aus und lassen nun erneut Gebirgsbewegungen an Stellen eintreten, wo man längst einen Abschluß der Gebirgsbewegungen angenommen hatte. Von Einfluß können diese erneuten Gebirgsbewegungen vor allem auf die Schächte sein, wenn die Stellung der Schieferungsflächen hierzu ungünstig ist. Es ist zur Vermeidung von Schäden deshalb von einer Wiedergewinnung des Alten Mannes abzuraten.

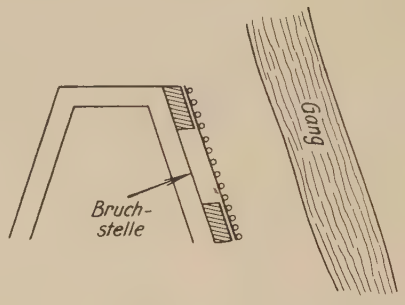
2. Praktische Ausnutzung der Beobachtungen in den Gangstrecken.

Sichtbar in Mitleidenschaft gezogen werden durch die Gebirgsbewegungen am stärksten die Gangstrecken. Die Art des eingebrachten Ausbaus ist daher von großer Bedeutung. Man hat die Auswahl zwischen Holz-, Eisen-, Betonausbau und Ziegelsteinmauerung.

Je widerstandsfähiger der Streckenausbau ist, desto mehr hemmt er die Entspannungsvorgänge um die Gangspalte, desto länger wirkt also auch der Kämpferdruck auf den Ausbau, der in jedem Fall zerstört wird, wenn sich nicht ein Bergepuffer von hinreichender Mächtigkeit hinter dem Streckenausbau befindet. Da bei Gangspalten von geringer Mächtigkeit nicht die Möglichkeit besteht, hinter dem Ausbau genügend Berge einzubringen, ist die Gefahr ständiger Zerstörung eines starren Streckenausbaus sehr naheliegend. Grundsätzlich ist daher mit zunehmendem Druck ein nachgiebigerer Ausbau zu nehmen, der sich den Druckschwankungen anpaßt. Es empfiehlt sich demnach bei starkem Horizontaldruck, der vorwiegend auftritt, Holzausbau. Bei großer Mächtigkeit des Ganges und auftretenden Druckwirkungen ist man nicht unbedingt an Holz gebunden, da der Versatz als Puffer dient und einen geringen Teil des Druckes auf den Streckenausbau überträgt. Von der Größe dieses Bergepuffers hängt es ab, ob man Eisen- oder Betonausbau oder Ziegelsteinmauerung anwenden kann. Es wurde schon weiter oben gezeigt, daß der Streckenausbau vorwiegend an der dem Hangenden zugekehrten Seite bricht und daß die Bruchstelle sich immer auf eine bestimmte, sich aus dem Einfallen der Schichten ergebenden Höhe konzentriert. Die Lebensdauer des Holzausbaus läßt sich dadurch vergrößern, daß über der Sohle und unter der Firste auf der dem Gang zugewandten Seite 15 cm starke Holzklötze hinterlegt werden und die ganze Höhe mit einem Längs- und einer Anzahl Querpfähle, wie allgemein üblich, verzogen wird (Abb. 71). Der Druck trifft auf eine Stelle, wo ihm kein Widerstand begegnet, während sonst die Türstöcke schon nach kurzer Zeit brechen müssen.

Hat eine Sohle vor ihrem Ausbau 1 bis 2 Jahre gestanden, wie es auf der Grube Pfannenberger Einigkeit der Fall ist, so haben die ersten und besonders schädlichen Druckbewegungen bereits ihren Abschluß gefunden. Man kann also ohne Rücksicht

Abb. 71.



auf den Gebirgsdruck für den Ausbau sich ausschließlich von dem Gesichtspunkt der Sparsamkeit leiten lassen und sowohl Holz-, Eisen-, Beton- oder Ziegelausbau wählen. Die später auftretenden Druckwirkungen werden sich desto weniger am Ausbau bemerkbar machen, je stärker der Bergepuffer ist.

Steht eiserner Ausbau zur Verfügung, so arbeitet man bei hinreichender Gangmächtigkeit am besten nach der Methode der Gewerkschaft Eisenzecher Zug, die zunächst Holzausbau benutzt und nach dessen Zerstörung durch die ersten Druckwirkungen Eisenausbau einbringt. Dieser kann dann die Lebensdauer der Sohle aushalten und bietet den Vorteil, daß er immer wieder verwandt werden kann.

3. Praktische Ausnutzung der Beobachtungen in den Umbruchstrecken.

Es wird sich empfehlen, bei steiler Lagerung, großer Mächtigkeit und mildem Nebengestein 20 bis 25 m vom Gang entfernt im Liegenden die Umbruchstrecke aufzufahren, da sonst der Kämpferdruck, der sich am Rande der Trompeterschen Zone des Ganges bildet, mit dem um die Trompetersche Zone der Umbruchstrecke zusammentrifft und mit verstärkter Kraft auf eine Zerstörung der letzteren hinarbeiten wird. Mit zunehmender Festigkeit des Nebengesteins und geringerer Mächtigkeit des Ganges kann die Umbruchstrecke näher an den Gang heranrücken, doch soll der Abstand durchweg nicht unter 12 m sein. Bei flacher Lagerung müssen die Entfernungen um 30 bis 40 vH. größer sein. Ebenso müssen für Umbruchstrecken, die im Hangenden des Ganges aufgefahren werden, zu den für die einzelnen Gang- und Nebengesteinsverhältnisse gemachten Angaben nochmals 25 bis 30 vH. zugeschlagen werden, so daß man für den ungünstigsten Fall, nämlich flache Lagerung, mildes Nebengestein und Umbruchstrecke im Hangenden des Ganges die Entfernung mit $20 + 6 + 8 = 34$ m ansetzen muß.

4. Praktische Ausnutzung der Beobachtungen bei der Anlage von Schächten.

Bei normalen Gang- und Nebengesteinsverhältnissen ist das Einfallen des Ganges und der Nebengesteinschichten für den Ansatzpunkt von Schächten maßgebend. Da die Trompetersche Zone der Abbaue sehr weit in das Nebengestein hineinreicht und man unnötige Spannungszustände selbst auf die Gefahr größerer Streckenkosten hin im Bereiche des Schachtes vermeiden soll, ist hierauf genügend Rücksicht zu nehmen. Im allgemeinen wird ein Schacht, der 100 m vom Gang entfernt liegt, den schädlichen Druckwirkungen des Abbaus entzogen sein.

In gestörten Zonen ist infolge der stets im Schacht auftretenden Spannungen ein möglichst nachgiebiger Ausbau anzuraten.

Setzt ein Gang durch den Schacht, ist die Ausdehnung eines stehenzulassenden Sicherheitspfeilers abhängig von der Entspannungszone, die sich um den Schacht bildet. In jedem Fall muß der Sicherheitspfeiler über die Trompetersche Zone um den Schacht hinaus bis in unverritztes Gebirge hineinreichen, da nur hierdurch eine Gewähr für einen Zusammenhalt des Schichtengefüges gegeben ist.

Berücksichtigt man in hinreichendem Maße die Gebirgsbewegungen als Abbaufolge, so wird man auch in bezug auf die Schächte zu befriedigenden Ergebnissen kommen.

VI. Zusammenfassung.

Nach einem allgemeinen Ueberblick über das für das Siegerland in Frage kommende Schrifttum über die Druckbewegungen werden nach einer Beschreibung der Abbaumethoden die für die Kohle und andere Bergbaubezirke gemachten Erfahrungen und Nutzanwendungen als Grundlage für die Untersuchungen der Siegerländer Verhältnisse genommen. Es zeigt sich, daß man auch hier deutlich das Entstehen einer Trompeterschen Zone um die Streckenhohlräume und Abbaue feststellen kann, daß die Ausbildung derselben eine Ellipsenform hat, die sich mit fortschreitendem Abbau bis zu den Strecken im Nebengestein ausdehnt, wo man deutlich die Folgen der Entspannung beobachten kann. An Hand von Beispielen aus der Praxis werden die Auswirkungen im Gang und Nebengestein bei ungestörten und gestörten Verhältnissen untersucht. Die Einwirkungen des Abbaus auf Schächte werden ebenfalls betrachtet. Abschließend wird der für die einzelnen Verhältnisse ratsamste Ausbau erörtert.

Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.